

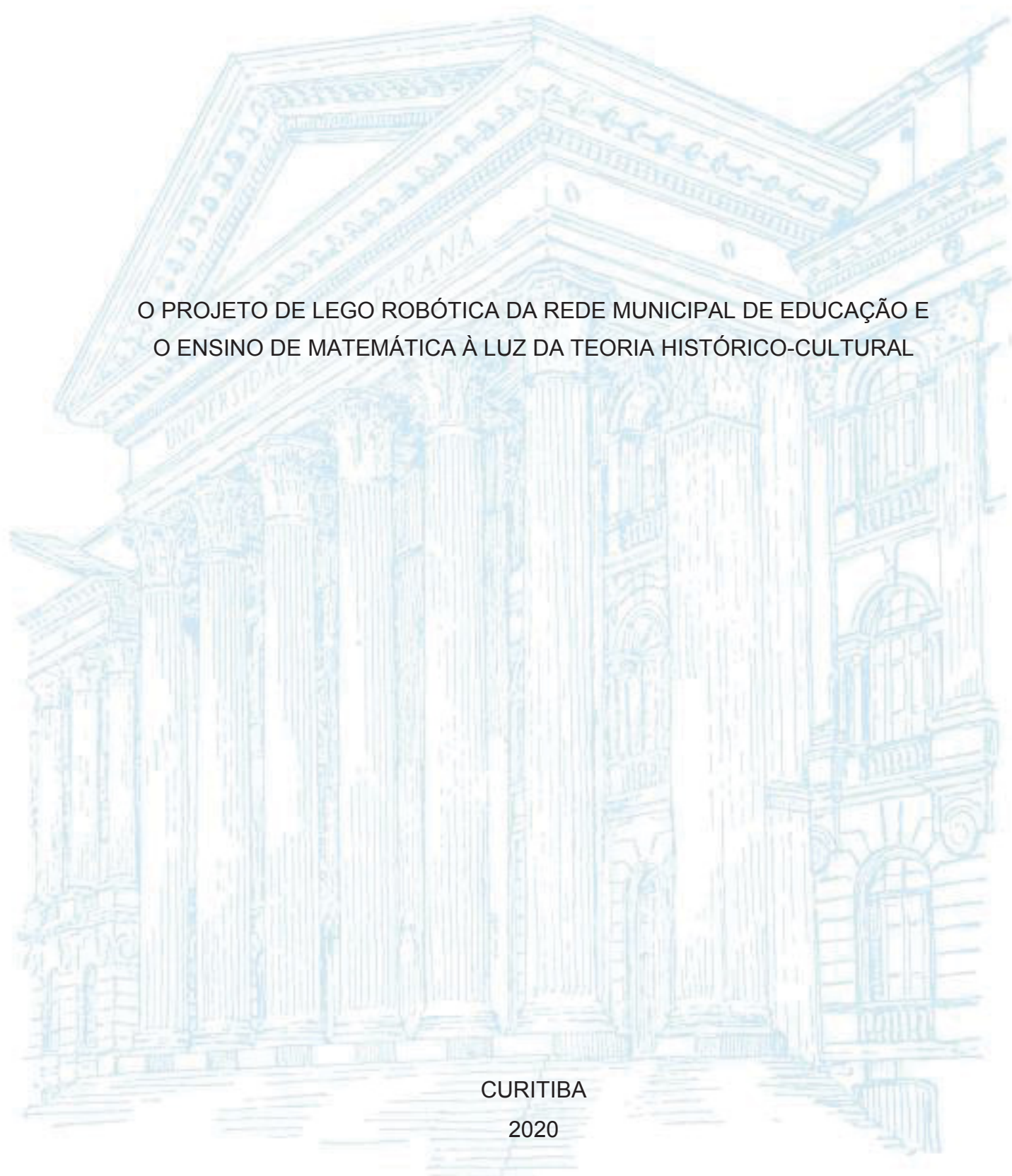
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DESIRÉE SILVA LOPES PEREIRA

O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA REDE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E
O ENSINO DE MATEMÁTICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

CURITIBA

2020



DESIRÉE SILVA LOPES PEREIRA

O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA REDE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E O
ENSINO DE MATEMÁTICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Dias de Souza

CURITIBA

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE – SIBI/UFPR

P436p

Pereira, Desirée Silva Lopes

O projeto de lego robótica da rede municipal de educação e o ensino de matemática à luz da teoria histórico-cultural [recurso eletrônico]/ Desirée Silva Lopes Pereira, 2020.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Dias de Souza

1. Robótica. 2. Ensino - Matemática. I. Souza, Flávia Dias de. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 629.806381

Bibliotecária: Vilma Machado CRB9/1563



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA - 40001016068P7

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **DESIRÉE SILVA LOPES PEREIRA** intitulada: **O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA REDE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E O ENSINO DE MATEMÁTICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**, sob orientação da Profa. Dra. FLÁVIA DIAS DE SOUZA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Junho de 2020.

Assinatura Eletrônica

30/06/2020 14:29:51.0

FLÁVIA DIAS DE SOUZA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/07/2020 10:39:49.0

RITA CRISTINA GALARRAGA BERARDI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

30/06/2020 07:52:15.0

MARIA LUCIA PANOSSIAN

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico esse trabalho às minhas filhas **MARIA EDUARDA** e **EMANUELLE** por encherem minha vida de alegria e amor, mas principalmente por serem as minhas maiores incentivadoras e companheiras durante todo o mestrado.

Participaram de aula, defesa, grupo de estudo e até evento!

Os questionamentos se repetiam “mãe, você conseguiu escrever?”, “mãe, você já escreveu quantas páginas?”, “mãe, você já leu quantas páginas?”, “mãe, você já terminou?”, porém, a melhor frase era “mãe, você vai conseguir!” 😊.

Aos meus pais, **AGNELO** e **ELAINE**, por me inspirarem a ser professora e sobretudo pelo amor e disponibilidade constante.

Ao **FABIANO** por estar ao meu lado desde 1998 ♥.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pelas graças recebidas.

À minha orientadora, Profa. Dr.^a **Flávia Dias de Souza**, pelo acompanhamento, orientação, paciência, mas principalmente por me fazer colocar cor nos dias cinzas com a meiguice que lhe é própria e diária. Sem você a realização desta pesquisa não seria possível.

Ao Curso de **Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática**, do Setor de Exatas, da Universidade Federal do Paraná pelo apoio recebido e pela compreensão nos momentos difíceis.

À **Prefeitura Municipal de Curitiba**, em especial à **Secretaria Municipal de Educação de Curitiba**, por apoiarem a pesquisa, a inovação e por terem me permitido viver as melhores experiências na rede.

À **Direção da unidade escolar** que permitiu que eu pudesse realizar a captação de dados para a pesquisa. Aos profissionais da **UEI** que com carinho me acolheram e contribuíram para que o tempo da observação fosse agradável e muito proveitoso. Em especial, ao **PROFESSOR DE MATEMÁTICA** que permitiu a realização da pesquisa e ampliou o meu olhar sobre as experiências com a robótica educacional.

Às Professoras Dr.^a **Rita Cristina Galarraga Berardi** e Dr.^a **Maria Lúcia Panossian** pelas valiosas contribuições proporcionadas na qualificação e na defesa desta dissertação.

Minha gratidão à minha família, às meninas da SME, às equipes gestoras das escolas, aos colegas de trabalho, aos anjos que apareciam nos tempos difíceis, aos estudantes e técnicos incríveis que participaram dos projetos de robótica, aos colegas e professores do mestrado. Enfim, aos adoráveis jardineiros que não serão nomeados aqui para que eu não corra o risco de ser injusta, mas que contribuíram para que o jardim da vida pudesse florescer e ser mais bonito ♥.



“Sejamos gratos às pessoas que nos proporcionam felicidade, são elas os adoráveis jardineiros que nos fazem florir a alma”

São Tomás de Aquino

RESUMO

A pesquisa teve como foco o projeto de LEGO Robótica desenvolvido pela Secretaria Municipal de Educação de Curitiba em decorrência das vivências da pesquisadora como técnica em um projeto da rede durante quase seis anos, no intuito de desvelar elementos que favorecem o desenvolvimento dos sujeitos, bem como a aprendizagem da matemática na organização do ensino no contexto desse projeto. Para tal, a pesquisa fundamentou-se, teórica e metodologicamente, na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky e na Teoria da Atividade de Leontiev. O referencial teórico da pesquisa toma como aspectos centrais a intencionalidade das ações docentes durante as experiências de aprendizagem, os motivos para que os envolvidos estejam em atividade de ensino e de aprendizagem, a compreensão da zona de desenvolvimento proximal e a coletividade como elemento formativo para, por conseguinte, responder a pergunta norteadora da pesquisa “que ações do professor de matemática, na organização do ensino, podem potencializar o desenvolvimento dos sujeitos e a aprendizagem de matemática no contexto de um projeto de robótica?” O caminho metodológico da pesquisa, com aporte no materialismo histórico-dialético, desenvolveu-se a partir da observação in loco de um projeto de robótica da rede municipal de educação, através do acompanhamento das ações educativas realizadas em um semestre de realização do projeto, no decorrer de oito encontros semanais. Os instrumentos para captação de dados adotados no decorrer das observações foram gravações de áudio, fotografias de ações com o robô durante as situações do projeto, portfólios construídos pelos estudantes, diário de bordo registrado pela pesquisadora e sessões reflexivas com o docente e com os estudantes. Como método para a análise dos dados coletados e com o propósito de responder à questão inicial da pesquisa são apresentados dois isolados: a atividade de ensino e situações desencadeadoras para a aprendizagem de matemática e a coletividade e o desenvolvimento humano. Para a apresentação dos isolados foram utilizados recortes dos momentos vivenciados como forma de desvelar as riquezas envolvidas no movimento do projeto de robótica. Os recortes são apresentados por meio de cenas, que compõem os episódios representativos do fenômeno em estudo. O estudo ressalta a importância da intencionalidade das ações docentes, revela alguns elementos que podem contribuir para o ensino da matemática e favorecer o desenvolvimento dos sujeitos durante o projeto de robótica, assim como sugere alguns cuidados na organização do ensino neste ambiente de aprendizagem.

Palavras-Chave: Robótica. Teoria Histórico-Cultural. Educação Matemática.

ABSTRACT

A research focused on the LEGO Robotics project developed by the Municipal Education Department of Curitiba as a result of the researcher's research, as a technician in a network project for almost six years, in order to develop elements that favor the development of studies, as well as learning mathematics in the organization of teaching in the context of this project. For this, a grounded, theoretical and methodological research, in Vygotsky's Historical-Cultural Theory and in Leontiev's Activity Theory. The theoretical framework of the research takes as central aspects the intentionality of teaching actions during the learning experiences, the reasons for those that are interpreted as teaching and learning activity, the understanding of the zone of proximal development and the collectivity as a formative element for, for answer, answer a guiding question of the research "what actions of the mathematics teacher, in the organization of teaching, can enhance the development of individuals and the learning of mathematics in the context of a robotics project?" The methodological path of the research, with a history of dialectical material, developed from the observation on site of a robotics project of the municipal education network, through the monitoring of educational actions carried out in a semester of the project, does not take eight weekly meetings. The instruments for capturing data adopted during the sessions were recorded in audio, photographs of actions with the robot during the project situations, portfolios built by students, logbook recorded by the researcher and reflective analysis with the teacher and students. As the method of analysis of collected data and with the objective of answering an initial question of the research, the following two items are: the teaching activity and the situations triggered for the learning of mathematics and the collectivity and the human development. For a presentation of the selected items, the moments experienced as a form of development were used as riches used in the movement of the robotics project. The episodes are presented through scenes, which make up the episodes representative of the phenomenon under study. The study highlights the importance of the intentionality of teaching actions, reveals some elements that can contribute to the teaching of mathematics and favor the development of practices during the robotics project, as well as helping some care in the organization of teaching in this learning environment.

Keywords: Robotics. Historical-Cultural Theory. Mathematical Education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SISTEMA LEGO-LOGO.....	31
FIGURA 2 – AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO DO EV3.....	33
FIGURA 3 – OPERAÇÕES MATEMÁTICAS NA PALHETA VERMELHA	34
FIGURA 4 – DISTÂNCIA ENTRE DOIS PONTOS NO TAPETE.....	36
FIGURA 5 – DIÂMETRO DA RODA LEGO	36
FIGURA 6 – PROGRAMAÇÃO DO NÚMERO DE ROTAÇÕES DO MOTOR A PARTIR DA DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA	37
FIGURA 7 – PROGRAMAÇÃO DO NÚMERO DE GRAUS DO MOTOR A PARTIR DA DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA	38
FIGURA 8 – CONSTRUÇÃO DO “MY BLOCK”	38
FIGURA 9 – BLOCO QUE CALCULA OS GRAUS DO MOTOR A PARTIR DA DISTÂNCIA	39
FIGURA 10 – CORE VALUES	44
FIGURA 11 – PROVAS AVALIATIVAS NO TORNEIO DA FLL	44
FIGURA 12 – KIT MINDSTORMS RCX	44
FIGURA 13 – BLOCOS PROGRAMÁVEIS DA LEGO E ANO DE LANÇAMENTO DOS KITS	45
FIGURA 14 – KIT MINDSTORMS NXT.....	45
FIGURA 15 – KIT MINDSTORMS EV3	46
FIGURA 16 – KIT LUDOBOT	47
FIGURA 17 – ZONA DE DESENVOLVIMENTO REAL.....	59
FIGURA 18 – ESTRUTURA DA ATIVIDADE HUMANA.....	62
FIGURA 19 – PORTFÓLIOS DA EQUIPE	84
FIGURA 20 – EXEMPLO DE COMPOSIÇÃO DO ISOLADO.....	88
FIGURA 21 – MISSÃO TRAVESSIA DA CRATERA.....	103
FIGURA 22 – TAPETE DA TEMPORADA 2018/2019	105
FIGURA 23 – TRAÇADO DA ESTRATÉGIA DA EQUIPE	106
FIGURA 24 – ESTRATÉGIA DE SAÍDA E PONTUAÇÃO.....	106
FIGURA 25 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO	107
FIGURA 26 – REGISTRO DE RESULTADOS DOS LANÇAMENTOS	108
FIGURA 27 – CONSIDERANDO A OPINIÃO DE TODOS.....	111
FIGURA 28 – DINÂMICAS QUE REFORÇAM O TRABALHO EM EQUIPE	112

FIGURA 29 – PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES NA VIVÊNCIA DOS CORE	
VALUES	112
FIGURA 30 – DESCOBERTA: A DIVISÃO DE TAREFAS	113
FIGURA 31 –OS CORE VALUES NAS DINÂMICAS DE GRUPO	115

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PROGRAMAS COM PESQUISA EM LEGO ROBÓTICA	52
QUADRO 2 – TIPO DO PROGRAMA COM PESQUISAS EM LEGO ROBÓTICA ..	52
QUADRO 3 – DATA DE PUBLICAÇÃO DAS PESQUISAS	52
QUADRO 4 – MAPEAMENTO DAS PESQUISAS SOBRE ROBÓTICA NOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	53
QUADRO 5 – CRITÉRIOS PARA UMA COLETIVIDADE	73
QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS PRESENTES NA COLETIVIDADE	74
QUADRO 7 – ROTEIRO DE OBSERVAÇÕES	85
QUADRO 8 – QUADRO SISTEMÁTICO DA ANÁLISE	89

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AOE	- Atividade Orientadora de Ensino
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTDI	- Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação
DTP	- Desenvolvimento Tecnológico Positivo
EUA	- Estados Unidos da América
ENEM	- Encontro Nacional de Educação Matemática
FLL	- FIRST® LEGO® League
MIT	- Massachusetts Institute of Technology
MNR	- Mostra Nacional de Robótica
OBR	- Olimpíada Brasileira de Robótica
PMC	- Prefeitura Municipal de Curitiba
RME	- Rede Municipal de Educação
STEAM	- Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	- Science, Technology, Engineering and Mathematics
TALE	- Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCUISV	- Termos de Consentimento para Uso de Imagem e Som de Voz
THC	- Teoria Histórico Cultural
UEI	- Unidade de Educação Integral
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 UM OLHAR SOBRE A ROBÓTICA EDUCACIONAL	22
2.1 UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	30
2.1.1 Olhando um software de programação	33
2.1.2 Um exemplo de programação	35
2.2 <i>FIRST® LEGO LEAGUE</i>	39
2.3 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO CONTEXTO DA REDE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE CURITIBA	43
2.3.1 A organização dos projetos de robótica nas escolas da rede municipal de Educação de Curitiba	50
2.4 UMA BREVE REVISÃO SOBRE PESQUISAS COM LEGO ROBÓTICA	51
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO- CULTURAL ..	57
3.1 O DESENVOLVIMENTO DO SUJEITO À LUZ DE VYGOTSKY	58
3.2 O DESENVOLVIMENTO DO SUJEITO À LUZ DE LEONTIEV	61
3.3 O PROFESSOR EM ATIVIDADE DE ENSINO	66
3.3.1 Atividade Orientadora de Ensino	68
3.3.2 Coletividade: uma possibilidade formativa	70
3.4 OLHANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO- CULTURAL	76
4 METODOLOGIA	80
4.1 CAMINHO METODOLÓGICO	80
4.2 SUJEITOS DA PESQUISA	81
4.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA CAPTAÇÃO DE DADOS	83
5 ANÁLISE DE DADOS	91
5.1 ISOLADO 1: ATIVIDADE DE ENSINO E SITUAÇÕES DESENCADEADORAS PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA	91
5.1.1 Episódio 1: A formação da equipe	92
5.1.2 Episódio 2: Motivos para participarem do projeto	96
5.1.3 Episódio 3: O conteúdo matemático na atividade de ensino	99
5.2 ISOLADO 2: COLETIVIDADE E O DESENVOLVIMENTO HUMANO	109
5.2.1 Episódio 1: Critérios de coletividade	109
5.2.2 Episódio 2: Vivência dos <i>Core Values</i>	114

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	125
APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV) DOS PAIS DOS ESTUDANTES	133
APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) e TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)	137
APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)	141

1 INTRODUÇÃO

Era uma vez uma professora de matemática, que se formou em 1999 pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), fez pós-graduação logo em seguida na mesma universidade e foi efetivada na Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC) em abril de 1999. De lá para cá, ministrou aulas de matemática, sempre buscando cumprir com seu papel na educação indo além de ensinar matemática, transformando a vida de seus estudantes e a sua! Deixou „a radicalidade e rigidez da matemática” vivenciadas na universidade em alguns momentos serem substituídas pela flexibilidade e empatia com seus estudantes. Com vontade de inovar utilizava jogos desde o início da docência, uma vez que acreditava que, apesar das dificuldades com a disciplina, era possível aprender e se divertir, que é objetivado no contexto das atividades lúdicas! Muitas vezes foi repetitiva, para facilitar a vida utilizava os mesmos encaminhamentos do ano anterior, reaproveitava questões de prova ou listas de exercícios, sem pensar se aquelas situações de aprendizagem despertariam interesse nos novos estudantes. Algumas vezes, culpou o aluno por não aprender, porém, não repensou antes a sua organização de ensino, não permitindo, assim, que um novo olhar sobre o processo de ensino e aprendizagem brotasse.

Iniciou o ano letivo de 2000, na Escola Municipal Coronel Durival Britto e Silva, localizada no bairro Cajuru. A unidade educacional tinha, então, dois laboratórios de informática e pouco tempo depois começou a aprender a mexer naquele computador azul esverdeado que não usava disquete, cujo sistema operacional era diferente dos populares e apenas um professor na escola sabia utilizar! Durante anos, uma ou duas vezes por mês, seus alunos iam ao laboratório de informática para mexer no iMac G3, primeiramente para conhecer, depois para fazer a „matemática de um jeito diferente”, com ou sem internet. Na época, a Apple não tinha a fama e desejo social que tem atualmente. Quando a lousa digital chegou à escola, seus alunos foram os primeiros a ter uma aula de matemática com ela. Antes mesmo de seus alunos da rede privada, pois também dava aulas em uma escola tradicional da cidade. Enfim, essa professora sempre gostou de utilizar recursos que facilitassem a aprendizagem da matemática.

Entre acertos e erros, repetições e inovações o tempo foi passando. Em 2011, recebeu o convite para participar do projeto de robótica da rede municipal, fato que a tiraria da zona de conforto e permitiria novos aprendizados, bem como, as mais intensas experiências e memórias.

Os conhecimentos construídos durante o projeto de robótica foram adquiridos de maneira empírica, pois a docente assumiu a proposta sem nenhuma capacitação prévia e não conhecia nada de programação, construção de robôs e campeonatos de robótica! Ao assumir a equipe Conectados seria necessário recompô-la, pois quatro estudantes eram remanescentes do ano anterior e em geral a equipe tinha de 6 a 8 integrantes. Com o passar dos encontros, uma nova concepção de equipe foi sendo construída, uma integrante antiga da equipe desistiu e como os envolvidos tinham um mesmo ideal, todos se ajudavam e coletivamente encontravam soluções para os desafios diários. O erro fez parte da rotina como um elemento construtivo, pois permitiu a reflexão e a melhoria, os estudantes refaziam até acertar, desistir não era uma opção e o erro não trazia o „peso” comum da sala de aula, como algo que exclui, inferioriza e/ou desmotiva.

Os estudantes apropriavam-se dos conhecimentos científicos necessários para resolverem os problemas de maneira não fragmentada, não se prendiam, contudo, à disciplina ou ao ano do ensino fundamental. Caprichavam na solução inovadora para o campeonato da *FIRST® LEGO® League (FLL)* e vivenciavam com excelência o espírito de equipe, o que permitiu um bom resultado ao participarem dos campeonatos. Tendo em vista que, na prova do desempenho com o robô, deixaram muito a desejar, uma vez que faltava conhecimento específico na área.

Era marcante a transformação pessoal e social que acontecia nos estudantes, uns deixavam de ser inseguros e tímidos, outros deixavam de ser indisciplinados, a maioria dos envolvidos passou a conviver melhor no coletivo e apresentaram melhores resultados escolares. Tornaram-se autônomos, independentes e proativos, e alguns já sonhavam com profissões na área da ciência e tecnologia.

No período de 2011 a 2016, a vivência como técnica da equipe de robótica na rede municipal, fez história dentro da escola, dentro da rede e nos eventos de robótica que participou, bem como compartilhou muito conhecimento com todos os envolvidos durante todo o período. A conquista de vários prêmios inusitados foram validando o movimento realizado durante as situações de aprendizagem no projeto

de robótica, a conquista da vaga para o campeonato mundial World Festival, em Saint Louis, nos EUA em 2016, foi o coroamento de uma história de aprendizagem e superação, pois pela primeira vez uma escola pública do sul do Brasil conquistava este espaço no maior e mais respeitado evento de robótica da FLL.

Nesse período, a equipe teve como principal objetivo participar da FLL, porém também vivenciou experiências na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e na Mostra Nacional de Robótica (MNR). Salienta-se que dos três eventos mencionados o único fechado ao uso de robôs apenas com LEGO é a FLL. Os perfis dos três eventos diferem um do outro, inclusive a MNR não tem caráter competitivo apesar de premiar alguns projetos com a ajuda financeira de incentivo à pesquisa. Em 2016, a oportunidade de apresentar um projeto na MNR rendeu aos estudantes da equipe Conectados uma Bolsa Iniciação Científica Júnior do CNPq. Ressalta-se que Campos (2011) afirma que os projetos de robótica no ensino fundamental se configuram em sua maioria como práticas isoladas no desenvolvimento de projetos ou matéria específica de formação técnica e que “a robótica ainda é vista por educadores e a população em geral como um brinquedo sofisticado, e pessoas aficionadas pela robótica se encontram em campeonatos e mostras ao redor do mundo” (Campos, 2011, p. 47).

Depois do retorno dos EUA, apesar do encantamento pelo movimento existente dentro do projeto, a professora decidiu deixar a equipe de robótica, pois estava cansada emocionalmente e sentia que a cobrança velada de continuar indo bem nos campeonatos só aumentava. Afinal, o motivo docente para estar à frente do projeto não eram os prêmios, eles apareciam como o reconhecimento de um trabalho feito com excelência, humildade e carinho por um coletivo em atividade. Seu legado já estava escrito, era hora de possibilitar que os estudantes, de uma outra escola, tivessem a mesma oportunidade de aprendizagem, afinal aquela equipe já sabia caminhar, por isso solicitou à Secretaria de Educação da época a troca de escola.

As constatações deste tempo na robótica trouxeram questionamentos aos anos de experiência docente, dentre os quais “que elementos estavam presentes no desenvolvimento do projeto e permitiam aquele tipo de aprendizado tão eficaz e diferenciado?”, “por que mesmo os melhores alunos das aulas de matemática, não eram tão motivados?”, “por que mesmo ela que se tomava como uma boa e inovadora professora não conseguia perceber mudanças tão significativas no

desenvolvimento dos seus estudantes?”, “qual teoria fundamentaria o conhecimento adquirido empiricamente?”. Na busca de clarear tantos questionamentos e aprender sobre a teoria que pudesse embasar as experiências vividas a realização da presente pesquisa constitui-se possibilidade da busca por respostas, de modo que assim iniciou-se a pesquisa fundamentada teoricamente à luz da Teoria Histórico-Cultural. Com pressupostos teóricos totalmente desconhecidos pela professora até o início da pesquisa, fato que a pôs em atividade. Afinal, as demandas da ação docente a tem colocado sempre em movimento, assim como no mestrado, são essas duas razões justificáveis que se tornaram motivos para que novos conceitos fossem incorporados. A abordagem Histórico-Cultural mostrou-se uma possibilidade de compreender as ações do professor neste contexto, uma vez que privilegia a importância das interações sociais para o desenvolvimento do indivíduo. Sem considerá-la ou confirmá-la como sendo a proposta mais correta para tal situação.

O entendimento de que “as práticas pedagógicas inovadoras acontecem quando as instituições se propõem a repensar e a transformar a sua estrutura em uma estrutura flexível, dinâmica e articuladora”. (VALENTE; ALMEIDA, 1997, p. 24) fez com que buscasse compreender mais profundamente a intencionalidade de um projeto de robótica educacional na escola e, em especial, nas ações para o ensino de matemática.

Segundo Moura (2010), colocar o estudante diante de situações desencadeadoras de aprendizagem e dar condições de realizar problemas significativos para ele, fato percebido nos estudantes que participavam do projeto de robótica, pois os mesmos usavam a imaginação, a criatividade e o raciocínio lógico para investigar problemas e buscar soluções inovadoras dentro do tema anual da temporada. Ortolan (2003) propõe que é possível utilizar a tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, sem desvincular da educação escolar a função de formar um cidadão crítico e ativo socialmente, é possível, portanto, que a robótica, possa ser utilizada como possibilidade de transformação do estudante num agente social, humano e protagonista de uma história melhor. Em Rubtsov (1996), encontram-se alguns elementos sobre a organização coletiva e como “cada criança aprende a dar continuidade ao trabalho enfrentado por outra, devendo, portanto, levar em conta os resultados de seu parceiro” (RUBTSOV, 1996, p. 135) fato bem comum durante o desenvolvimento do projeto de robótica.

Considerando a robótica educacional como um meio de favorecer o envolvimento dos estudantes em atividades de ensino, aguçando o gosto pela tecnologia e a criatividade, (RESNICK; BERG, EISENBERG, 2000; RESNICK, 2006) desenvolvendo o raciocínio lógico e a busca de soluções para os problemas encontrados. Campos (2011) define que a robótica seja um recurso tecnológico diferenciado e, que ao ser incorporado ao processo de aprendizagem na educação básica, permite criar um ambiente motivador e criativo, proporcionando ao educando uma experiência única de aprendizagem significativa. Nessa perspectiva, alguns dos aspectos da Teoria Histórico-Cultural, no que tange ao desenvolvimento humano à luz do pensamento de Lev Vygotsky e Alexei Leontiev, tentam explicar o desenvolvimento da mente humana considerando o processo cognitivo como um processo de internalização de conceitos a partir da interação social com materiais fornecidos pela cultura, ou seja, assim como o homem é influenciado pelo meio, também o transforma. Compreendendo que quando um estudante manipula um robô, pode-se dizer que este age como um instrumento mediador entre o estudante e o objeto de sua ação. O robô passa a ser um objeto que medeia relações não só físicas, como também cognitivas, bem como o robô pode ser considerado um instrumento de transformação que altera o ambiente, afinal ao usar o robô o sujeito está se apropriando de seus usos e pode ver a sua importância como artefato cultural. Como nos projetos de robótica educacional da Secretaria Municipal de Curitiba os estudantes não só manipulam o robô, mas constroem e programam, é possível dizer que exploraram as suas potencialidades durante as situações de aprendizagem do projeto. Num ambiente em que os fenômenos físicos modelam os estudantes e a cultura daquele espaço, bem como são modelados por eles numa relação dialética entre o material e o humano, portanto, a realidade da problemática da pesquisa se aproxima da teoria escolhida.

Nesse movimento, constituiu-se como pergunta norteadora da pesquisa: que ações do professor de matemática, na organização do ensino, podem potencializar o desenvolvimento dos sujeitos e a aprendizagem de matemática no contexto de um projeto de robótica?

Frente à problemática de pesquisa aqui explicitada, têm-se como objetivo: investigar, à luz do referencial teórico adotado, como se revelam as ações de um professor de matemática em um projeto de LEGO robótica, da Rede Municipal de Educação de Curitiba e, em que medida, pode contribuir para a aprendizagem da

matemática e o desenvolvimento dos sujeitos. Buscando responder à pergunta norteadora e levantar dados para a pesquisa e acrescentar elementos à pesquisa documental realizada com a Secretaria Municipal de Educação de Curitiba, decidiu-se observar durante 8 (oito) encontros uma unidade escolar que desenvolvia o projeto e tinha como responsável pelo desenvolvimento das situações de aprendizagem com a robótica um professor de matemática. Salienta-se que o projeto dentro da Rede Municipal de Educação é oferecido desde sua implantação para as 11 escolas dos anos finais do ensino fundamental e que nem sempre o professor responsável possui formação para o ensino de matemática. Durante a realização da pesquisa, havia apenas um professor de matemática como responsável pelo projeto da Rede Municipal de Educação.

Como foi possível perceber, neste primeiro capítulo, foi realizada a introdução da pesquisa e para apresentar os primeiros passos da mesma, buscou-se abordar a justificativa para a escolha do tema, a problemática e o caminho percorrido.

Na sequência, a dissertação está organizada em mais cinco capítulos, conforme descrito a seguir.

O presente capítulo introdutório apresenta um breve histórico da vida profissional da pesquisadora, os motivos que desencadearam a pesquisa, a problemática e os objetivos, bem como o caminho percorrido.

No capítulo 2, salienta-se uma breve contextualização da robótica educacional e, em especial, como essa se dá no contexto da rede municipal de Curitiba. Para ampliar o entendimento da temática, são apresentados o kit de robótica utilizado e as informações referentes ao torneio mais esperado pelos estudantes.

No capítulo 3, é apresentado o referencial teórico que sustenta a pesquisa. São norteadores do referencial teórico da pesquisa os autores Vygotsky, Leontiev, e Moura, no tratamento de questões da Teoria Histórico-Cultural, da Atividade e do conceito de Atividade Orientadora de Ensino, respectivamente. Ao nos debruçarmos sobre o conceito de coletividade à luz do referencial adotado e como uma possibilidade formadora adota-se Rubtsov, Petrovski e Makarenko como referências.

No capítulo 4, é explicitada a metodologia adotada no acompanhamento de um projeto de robótica da rede municipal de educação, à luz de pressupostos do materialismo histórico - dialético, o processo de captação

de dados e o método de análise. Com o intuito de acompanhar o fenômeno em movimento, os instrumentos de captação de dados priorizam observação, diário de bordo e sessões reflexivas no decorrer dos encontros. Assim, a análise adota o conceito de isolados, a partir da confecção de episódios e constituídos de cenas representativas de manifestações que buscam responder a problemática de pesquisa.

No capítulo 5, figuram os resultados da análise da pesquisa através de dois isolados, sendo o primeiro intitulado “a atividade de ensino e situações desencadeadoras para a aprendizagem de matemática” e o segundo “a coletividade e o desenvolvimento humano”.

Por fim, as considerações finais, por meio da qual busca-se retomar ideias centrais e trazer luz à discussão de futuras pesquisas sobre o tema.

Esta pesquisa foi aprovada pela CONEP, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, sendo 06978819.0.0000.5547 o número de certificado de apresentação para apreciação ética com o título “O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA RME À LUZ DA THC: Contribuições ao campo da Educação Matemática”. O título foi alterado como sugestão dos avaliadores na banca de qualificação da mesma.

2 UM OLHAR SOBRE A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Atualmente, a palavra robótica não é apenas o que se refere à utilização de robôs, mas a uma área complexa e multidisciplinar que pode ser inserida em diversas tendências educacionais.

Por exemplo, dentro da proposta educacional STEM. A sigla é a abreviatura das quatro áreas do conhecimento em inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, no contexto educacional, sinaliza ações que interligam as áreas e incentivam a aprendizagem interdisciplinar, preparando os estudantes para o mercado de trabalho através da aplicação prática do aprendizado. Esta tendência também pode ser ampliada para STEAM que é a abreviatura das cinco áreas do conhecimento em inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*. Em Peres (2018), um dos autores da revista Nova Escola, o professor mestre em Ciências, Leandro Holanda, esclarece que STEM “não é uma metodologia, mas uma abordagem pedagógica focada em aprendizagem criativa”. Já Bybee (2013) considera que a educação STEM deve contribuir na formação de professores e estudantes mais capacitados nas quatro áreas do conhecimento, para que sejam capazes de resolver problemas do século XXI e inovem em pesquisa e resolução de problemas nas diversas áreas.

É natural ouvir a palavra robótica e já imaginar um robô, em geral, considera-se um robô, ou modelo robótico, um conjunto de partes mecânicas articuladas e motorizadas, controladas por circuitos elétricos manuais ou autônomos, que auxiliam o ser humano em determinadas tarefas. Todavia, os robôs podem realizar tarefas perigosas ou até mesmo impossíveis para o homem, como desarmar bombas, mergulhar e permanecer submerso por um longo período para efetuar pesquisas, vistoriar locais com risco de desabamento ou explorar outros planetas, carregar objetos de um lugar para outro, entrar em lugares radioativos, cumprir tarefas domésticas, auxiliar pessoas com deficiência como os autistas, auxiliar a reabilitação dos movimentos em pessoas que perderam partes dos membros, proporcionar lazer, auxiliar em cirurgias, executar tarefas de alta precisão, entre outras situações.

Muitas indústrias utilizam robôs em suas linhas de produção por causa da precisão dos movimentos e da velocidade, como meio de reduzir custos e riscos de acidentes com funcionários, além de aumentar a produção e, conseqüentemente, os lucros. Por exemplo, é o que se pode observar em indústrias automobilísticas e do

setor computacional, fato que passa a ser um ponto negativo da robótica, pois pode substituir parcialmente o trabalho humano por máquinas, gerando um desemprego estrutural.

Isaac Asimov foi o primeiro a utilizar o termo robótica, em inglês, no seu conto Runaround, publicado em 1942 e marcou época com a publicação do livro I ROBOT, apesar de ter publicado outras histórias baseadas em robôs o que ficou marcado e é referenciado até hoje são as três leis da robótica escritas por ele:

- **Primeira Lei:** um robô não pode ferir um ser humano ou, através da inação, permitir que um humano seja ferido.
- **Segunda Lei:** um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos exceto se tais ordens entrarem em conflito com a Primeira Lei.
- **Terceira Lei:** um robô deve proteger sua existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira ou Segunda Lei. (ASIMOV, 2004, p. 9).

As leis citadas acima demonstram a preocupação que o autor tinha em garantir que os robôs não prejudicariam a humanidade, do mesmo modo asseguravam a superioridade do homem e a obediência dos robôs.

O filme “Guerra das Estrelas”, lançado em 1977, pode ser considerado um marco, pois os famosos robôs R2-D2 e C-3PO aproximaram a robótica do imaginário de todos e os nomes servem de inspiração para várias equipes de robótica desde então. Ressalta-se que, em 1968, a robótica já se aproximava da população com a personagem “Hal” do filme “2001: Odisseia no Espaço”.

Nos últimos anos, a robótica tem sido considerada como um recurso favorável ao desenvolvimento cognitivo de estudantes nos diferentes níveis de ensino, ou seja, da educação infantil à universidade, bem como tem despertado o interesse de educadores e pesquisadores.

A robótica na educação notoriamente emergiu como um recurso tecnológico de aprendizagem, único que pode oferecer o “aprender fazendo”, bem como atividades lúdicas em um ambiente de aprendizagem atrativo, que fomenta o interesse e curiosidade dos alunos. (CAMPOS, 2017, p. 2109).

Para Cabral (2012, p. 4):

A robótica é um movimento educacional e tecnológico que envolve computadores, robôs e linguagem de programação. O uso dos computadores em educação, como uma ferramenta de autoria, abre um enorme leque de possibilidades para o professor, entre elas, o trabalho com a Robótica Educacional (RE). A RE utiliza o computador para programar os

objetos construídos através de softwares. Dessa forma, a RE se vale dos computadores para promover uma atividade que potencializa a ação (física e mental), dos alunos uma vez que trabalha com a construção de objetos, programação e reconstrução permanente dos esquemas de ação através da resolução de problemas.

Chella (2002) define a robótica educacional como sendo um ambiente com computadores e componentes eletrônicos, onde os sujeitos envolvidos integram estes elementos e exploram conceitos das diferentes áreas do conhecimento ao construírem dispositivos automatizados.

Segundo Lugli (2019), a robótica educacional torna-se uma proposta de ensino e aprendizagem, através de um conjunto de processos e procedimentos que objetivam experiências de construção de conhecimento. E tem como objetivos o desenvolvimento da autonomia, a capacidade de trabalho em equipe e ao encontrar soluções para um problema, integrar conceitos e desenvolver o pensamento matemático.

Martins (2012) define como uma ciência que estuda a montagem e consequentemente a programação e reprogramação de componentes físicos autônomos, chamados de robôs, os quais possuem uma central de processamento que executa um algoritmo ou um programa.

Nessa perspectiva, a robótica educacional aparece como um meio de favorecer o envolvimento dos estudantes em atividades de ensino, aguçando o gosto pela tecnologia e a criatividade (RESNICK; BERG, EISENBERG, 2000; RESNICK, 2006) desenvolvendo o raciocínio lógico e a busca de soluções para os problemas encontrados, além de ser uma possibilidade de aprendizagem transdisciplinar, uma vez que as experiências transcendem as paredes das salas de aula e os muros da escola. Em síntese, construir, programar e depurar dispositivos é uma situação motivadora de aprendizagem e que favorece os processos cognitivos dos sujeitos (D'ABREU, 2007).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de 2017, já nas primeiras páginas, traz as competências a serem desenvolvidas no espaço escolar, dar-se-á destaque para as competências de número 1, 2, 5 e 9, pois, podem ser facilmente contempladas através de práticas pedagógicas escolares envolvendo a robótica. A competência 1 é valorizar a utilização dos conhecimentos historicamente construídos para entender e explicar a realidade, sendo capaz de colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. A competência de

número 2, com base nas diferentes áreas, deve estimular a curiosidade e incluir a “investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções inclusive tecnológicas” (BNCC, 2017, p. 7). A competência 5, é “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares” (BNCC, 2017, p. 7), desenvolvendo o protagonismo pessoal e coletivo na resolução de problemas e na capacidade de produzir conhecimento. E a competência 9 é “exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos” (BNCC, 2017, p. 8) sem preconceito, com tolerância e respeito à diversidade.

As situações de ensino que envolvem a robótica educacional aliam os conhecimentos escolares às construções de modelos robóticos em situações-problema, de maneira formal ou informal. Aparecendo ora como metodologia, ora como uma forma de abordagem pedagógica, ora como disciplina, ora como projeto extracurricular e ora como objeto de aprendizagem, dependendo da compreensão da unidade escolar e do professor.

A pesquisa tem como objeto de estudo a robótica educacional que se utiliza dos kits LEGO em suas situações de aprendizagem e por isso será utilizada a expressão „LEGO robótica educacional”, ou seja, as experiências de aprendizagem vivenciadas por estudantes que constroem modelos robóticos a partir de peças LEGO, um computador, um software de programação e um bloco programável. Segundo Chella (2002):

Quando se desenvolve um dispositivo robótico, é planejada uma funcionalidade, que pode ser: acionar os motores, alterar o sentido de rotação, desligá-los, reconhecer o estado de um sensor, e, a partir desse estado, executar alguma ação. Para que isto seja possível, não basta que se tenha uma interface de hardware conectada ao computador e a estrutura mecânica com seus motores e sensores montados. É preciso que um conjunto de instruções seja executado em uma sequência pré-determinada; normalmente utiliza-se uma linguagem de programação para essa tarefa. (CHELLA, 2002, p. 24).

O software utilizado para a linguagem de programação durante a pesquisa é o disponibilizado pela LEGO a série Mindstorms, nome dado como homenagem a Papert.

Seymour Papert foi um matemático americano que trabalhou na Universidade de Genebra durante alguns anos com Jean Piaget, “cujas teorias sobre as maneiras pelas quais as crianças dão sentido ao mundo mudaram a visão de Papert sobre as crianças e a aprendizagem” (SLOTNICK, 2017, não paginado, tradução da autora) fazendo com que Papert se preocupasse com o modo como as crianças aprendiam.

No início da década de 60, Papert foi um visionário e inovou propondo a utilização de computadores para auxiliar o ensino e desenvolver a criatividade das crianças. Numa perspectiva diferente para o uso do computador na aprendizagem, ao possibilitar que a criança se tornasse um sujeito ativo no processo, com o auxílio da linguagem de programação LOGO criada por ele. A linguagem foi criada com o propósito de que qualquer pessoa pudesse manipulá-la, não precisando ser um especialista e crianças conseguem utilizá-la em sua aprendizagem (CAMPOS, 2011). O jeito de pensar de Papert contribuiu para o ensino e a aprendizagem de várias gerações e é considerado o pai do construcionismo:

O princípio central de sua teoria construcionista da aprendizagem é que as pessoas constroem conhecimento de maneira mais eficaz quando estão ativamente engajadas na construção de coisas no mundo. Já em 1968, Papert introduziu a ideia de que a programação e a depuração de computadores podem proporcionar às crianças uma maneira de pensar sobre seu próprio pensamento e aprender sobre sua própria aprendizagem. (SLOTNICK, 2017, não paginado, tradução da autora).

É possível diferenciar em poucas palavras que o construtivismo de Piaget (1979) se preocupava com as fases de desenvolvimento da criança a partir de interesses e habilidades, não levando em consideração o contexto nem características individuais, “Piaget acreditava que as crianças têm os seus pontos de vista sobre o mundo que estão sempre mudando à medida que as crianças interagem com os outros e adquirem novas experiências” (AZEVEDO, 2017, p. 1), era importante que o sujeito manipulasse objetos e que se tornasse um construtor de seu conhecimento através das experiências e descobertas vividas.

Papert “atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista.” (PAPERT, 1994, p. 127), considerando-se o modo individual que se aprende, bem como o seu contexto. “Papert acredita que a expressão de sentimentos individuais é vital, pois permite que eles sejam

compartilhados e também afeta as nossas ideias... Ele afirmou ainda que o conhecimento se baseia em contextos” (AZEVEDO, 2017, p. 2). Papert previa na década de 70 ao publicar na revista Educational Technology, seu primeiro artigo público sobre a linguagem de programação LOGO: *“Twenty things to do with a computer”* (PAPERT; SOLOMON, 1971) que os computadores acabariam tornando-se acessíveis a todos, inclusive para as crianças e que elas poderiam programar computadores para controlar robôs, compor músicas, criar jogos, fazer desenhos e criar muitas outras atividades. A proposta era inusitada para a época, uma vez que os computadores ainda custavam dezenas de milhares de dólares e os primeiros computadores pessoais foram comercializados depois de 1975. As pesquisas de Papert procurava estabelecer os fundamentos intelectuais sobre como a computação poderia transformar a maneira como as crianças aprendiam, criou o conceito do Construcionismo, desenvolveu a linguagem de programação de computadores LOGO e lançou as bases para a Robótica Educacional.

O construcionismo priorizava o processo de aprendizagem através de uma ação concreta e da construção de um produto palpável, por isso Papert investigou os recursos que facilitariam a construção do conhecimento pelas crianças principalmente ao utilizarem o computador. Era um olhar sobre como a criança aprende ao utilizar a máquina e não um olhar para a máquina em si, pois para o autor:

ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram. (PAPERT, 1985, p. 35).

Segundo Morceli e Prado (2019) pode-se afirmar que a robótica educacional é uma abordagem pedagógica criada por Papert, fundamentada no Construcionismo, expressa na montagem de um protótipo e na posterior programação deste modelo. Para o sucesso desse processo é fundamental que os recursos utilizados na construção do dispositivo e na programação deste sejam adequados às características dos estudantes.

Além de outras contribuições, foi Papert quem associou a linguagem LOGO com os produtos LEGO. Para o pesquisador:

O construcionismo também possui a conotação de “conjunto de peças para construção”, iniciando com conjuntos no sentido literal, como o LEGO, e ampliando-se para incluir linguagens de programação consideradas como “conjuntos”, a partir dos quais programas podem ser feitos, até cozinhas como “conjuntos” com os quais são construídas, não apenas tortas, mas receitas e formas de matemática-em-uso. Um dos meus princípios matemáticos centrais é que a construção que ocorre “na cabeça” ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, “no mundo” – um castelo de areia ou uma torta, uma casa LEGO ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora. (PAPERT, 1994, p. 137).

Papert em seu livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* (1980), apresenta que ao programar o computador a criança adquire um domínio próprio da tecnologia que a aproxima de habilidades da ciência, da matemática e da construção de modelos. Ele foi diretor do grupo de Epistemologia e Aprendizado do MIT e um dos fundadores do MIT *Media Lab*. Em meados da década de 80, a empresa LEGO começou uma parceria com o MIT *Media Lab*, e as ideias de Papert foram a inspiração para o kit de robótica LEGO Mindstorms, lembrando o livro de Papert escrito em 1980. Em 1989, a empresa LEGO conseguiu uma cadeira no MIT *Media Lab*, e Papert tornou-se o primeiro professor de Pesquisa de Aprendizagem da LEGO. Ao ser questionado sobre o que os cidadãos do futuro precisam saber, na entrevista concedida a Ana de Fátima Souza, Papert responde:

Como lidar com desafios. Precisam saber como enfrentar um problema inesperado para o qual não há uma explicação pré-estabelecida. Precisamos adquirir habilidades necessárias para participar da construção do novo ou então nos resignarmos a uma vida de dependência. A verdadeira habilidade competitiva é a habilidade de aprender. Não devemos aprender a dar respostas certas ou erradas, temos de aprender a solucionar problemas. (PAPERT, 2001, não paginado).

Em 1998, a LEGO lança a série LEGO Mindstorms, kits que foram evoluindo e são utilizados até os dias atuais na robótica educacional. É possível verificar o reconhecimento da influência de Papert no desenvolvimento infantil, inteligência artificial e tecnologias educacionais no artigo intitulado *In memory: Seymour Papert*, que pode ser lido na íntegra em <https://www.media.mit.edu/posts/in-memory-seymour-papert/>. A empresa LEGO também se posicionou após morte de Papert:

Seymour mostrou como a programação é um processo muito criativo, semelhante à construção com peças LEGO. As crianças colocam comandos

ou tijolos juntos, refletem e avaliam, modificam sua criação e tentam novamente. Eles encontram possibilidades infinitas - e o que eles fazem, está certo. As ideias fortes e atemporais de Seymour sobre crianças, brincadeiras, experimentação e aprendizado ainda estão no centro do que fazemos no The LEGO Group”, diz Kjeld Kirk Kristiansen, proprietário do The LEGO Group e membro do conselho da LEGO Foundation. "Assim como Seymour nos inspirou, é importante continuarmos a levar suas ideias adiante para que outros possam se inspirar em seu trabalho. (KAHN, 2017, p. 1, tradução da autora).

Milhares de estudantes distribuídos em diferentes partes do mundo foram, são e serão transformados através das experiências de aprendizagem vivenciadas com a robótica educacional através de kits de montagem da LEGO e programação.

As atividades de robótica educacional motivam e encorajam crianças e jovens a resolverem problemas autênticos que são significativos para eles, proporcionando-lhes a oportunidade de vivenciarem a experiência de buscar e encontrar soluções. Pesquisadores argumentam que uma abordagem instrucional guiada com robôs facilita o trabalho em equipe, desenvolve a compreensão conceitual e melhora o pensamento crítico. Há também a indicação de uso de robótica educacional como oportunidade para o desenvolvimento de pensamento computacional. (HAREL, 1991; EGUCHI, 2014; KIM et al 2015).

E segundo Zilli (2004) a:

Robótica Educacional é um recurso tecnológico bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem, ela contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão tornando-o autônomo, independente e responsável. (ZILLI, 2004, p. 77).

Com o reconhecimento da robótica educacional como um importante recurso pedagógico, é possível encontrar diferentes modelos didáticos que utilizam o termo robótica em diversos contextos como: robótica pedagógica, robótica educativa, robótica escolar, robótica didática, robótica com matérias recicláveis, entre outros. Para Campos (2011), não há consenso em relação ao uso dos termos, mas afirma que “o interesse pelo assunto vem crescendo, a ponto de despertar a atenção do Estado, que voltou a investir e incentivar mais a educação tecnológica” (CAMPOS, 2011, p. 47).

Salienta-se que, nesta pesquisa, será adotada e considerada a expressão robótica educacional, entendida como a situação idealizada a partir de um problema significativo para os estudantes, seguido da construção de um modelo robótico

físico, e posterior programação feita pelos mesmos. Valorizando um processo criativo, colaborativo e ativo dos sujeitos.

Levar-se-á em conta que a robótica educacional é:

um ambiente de simulação real de aspectos da vida que proporciona aos envolvidos, situações- problema de diferentes magnitudes, que devem ser superadas com acertos e erros, até que alcancem os objetivos desejados. (BARBOSA, 2011, p. 30).

É comum observar dificuldades quanto ao uso da robótica nos espaços escolares no que tange ao planejamento do ensino. Por exemplo, uma situação possível de ser explicitada é que alguns docentes:

têm dificuldades de compreender como promover situações de aprendizagem significativas com a utilização dessa tecnologia. E, apesar de terem consciência da importância de inserir esse recurso pedagógico no contexto educativo, precisam planejar aulas que estimulem os estudantes a serem sujeitos ativos e autônomos em relação ao desenvolvimento de aulas em que se usa a robótica com a possibilidade de construir robôs que propiciem uma reflexão sobre as soluções possíveis para alcançar os resultados esperados de acordo com a proposta da atividade, através da socialização e da interação entre os estudantes na montagem dos protótipos. (SILVA; MOITA, 2015, p. 14).

A pesquisa de Campos (2011) evidencia os casos em que a unidade escolar pretende inserir as situações de aprendizagem com a robótica no horário curricular, muitas vezes sem uma proposta consistente de seu uso didático no contexto escolar e também as dificuldades no estabelecimento de relações com o ensino de matemática no desenvolvimento dos projetos.

Para o entendimento da abordagem, aqui adotada, para a discussão da robótica educacional, cumpre-nos a necessidade de esclarecer do que se trata um kit de robótica e do que se trata a programação, aspectos que serão apresentados em seguida.

2.1 UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Um kit de robótica educacional é um conjunto de peças estruturais utilizadas na montagem do modelo robótico, associados a dispositivos eletrônicos e eletromecânicos, ou seja, motores e sensores associados a uma unidade de controle programável. Desta forma, permite que os envolvidos construam e programem robôs autônomos que resolvem problemas reais em situações de ensino

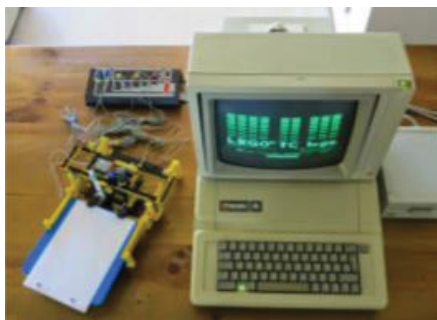
e aprendizagem. Segundo Rusk et al. (2008), o uso dos kits tem como objetivo melhorar as habilidades dos sujeitos na resolução de problemas, habilidades de raciocínio e habilidades sociais.

É necessário levar em consideração que há no mercado diversas empresas que se especializam em desenvolver kits de robótica educacional e os oferecem com preços e componentes variados, inevitavelmente, dependendo dos elementos que fazem parte do kit, eles facilitarão ou dificultarão os tipos de construções, pois há kits projetados para favorecer a construção de modelos robóticos que interagem melhor com o ambiente. Outro ponto a ser levado em consideração é a linguagem de programação a ser utilizada, as diferentes plataformas oferecidas além de diferenciarem os preços finais dos kits, poderão ser também um facilitador de aprendizagem se a programação for feita a partir de blocos lógicos. Portanto, há um viés na escolha do kit a ser utilizado no ambiente escolar.

Segundo Morceli e Prado (2019), é importante considerar a faixa etária dos estudantes e o tempo destinado às atividades de robótica educacional, pois peças pequenas e de difícil encaixe não são indicadas para os anos iniciais de escolaridade e exigem mais tempo para o desenvolvimento do modelo robótico, “kits onde as peças estruturais são pouco especializadas e de uso geral, são exemplos de kits com baixa granularidade” (MORCELI; PRADO, p. 46, 2019) o que torna qualquer montagem complexa e demorada. A vantagem de kits com baixa granularidade é que permite que o sujeito construa modelos criativos e mais elaboradas, porém gastando mais tempo. Os kits com peças estruturais maiores tendem a ter construções mais fáceis e menos criativas.

O sistema que associou a linguagem LOGO e as peças LEGO é considerado o primeiro kit de robótica a ser oferecido ao mercado, FIGURA 1.

FIGURA 1 – SISTEMA LEGO-LOGO



FONTE: MORCELI; PRADO (2019, p. 43).

O kit inovador tinha a limitação dos modelos criados ficarem conectados por cabos ao computador que os controlava. Para dar mais autonomia aos sujeitos e às suas construções, foi necessário o desenvolvimento de blocos programáveis, ou seja, placas eletrônicas internas aos blocos de LEGO. Segundo Resnick (1993) e Silverman (1996) os blocos programáveis eram computadores portáteis incorporados ao interior de um bloco LEGO com uma ampla variedade de possibilidades de entrada e saída para motores e sensores.

Ressalta-se que, o bloco programável, que antigamente foi chamado de “tijolo programável”, é considerado o cérebro do robô e as criações não precisavam mais ficar conectadas por cabos ao computador, após a programação ser realizada no computador era possível transferi-la para o bloco programável, que como unidade de controle executava o programa e controlava os dispositivos. Em função disso, até hoje o modelo robótico enquanto executa a programação é considerado um robô autônomo.

Este dispositivo de computação permite alterar as ações do robô ao se realizar alterações na programação, sejam manuais ou a partir de informações recolhidas do ambiente através de sensores que podem ser acoplados ao modelo robótico. Entende-se por programas o conjunto de ações que são carregadas a partir da sua memória, permitindo a interação com o ambiente, ou seja, o robô executa as ações da programação através do bloco programável, que na verdade é reprogramável, uma vez que é possível fazer alterações e/ou novas programações, reenviar ao bloco até que sua memória esteja cheia, para serem executadas pelo modelo robótico.

Salienta-se que, a pesquisa de Forte e Guzdial (2004), Saeli et al. (2010), entre outras, mostra que a programação pode estimular o pensamento computacional, sendo uma forma de resolver problemas, criar sistemas, desenvolver o raciocínio lógico e a criatividade. Bem como, desenvolve a capacidade de trabalhar com assuntos multidisciplinares.

Considerar-se-á nesta pesquisa apenas o kit de robótica educacional desenvolvido pela LEGO, pois é o kit utilizado nas escolas municipais de Curitiba desde a implantação do projeto de robótica na rede até o início desta pesquisa.

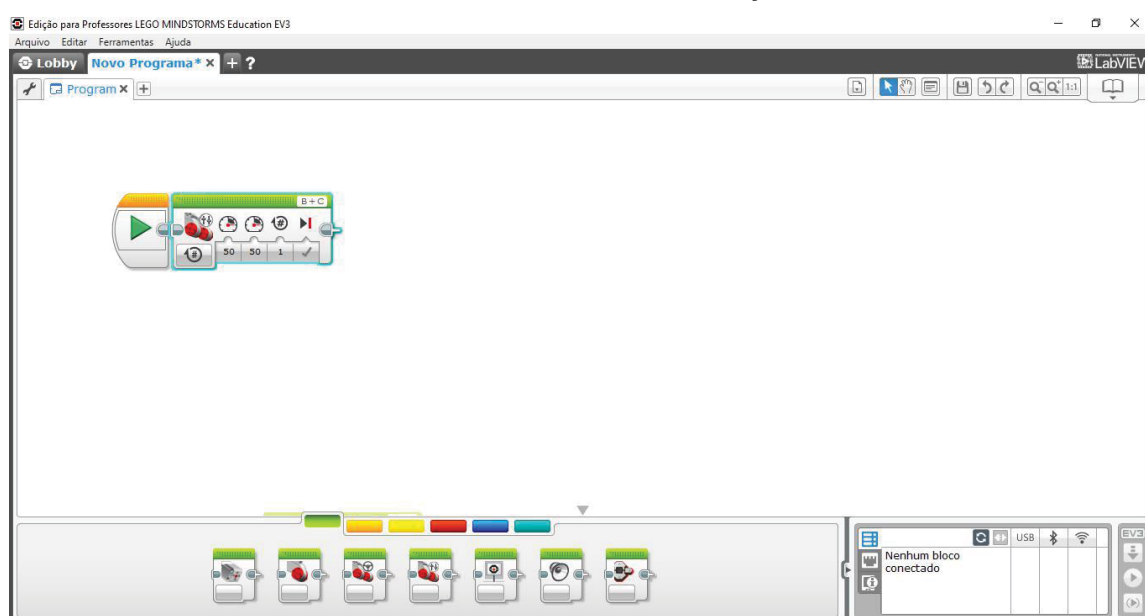
2.1.1 Olhando um software de programação

Uma vez escolhido o kit de robótica educacional desenvolvido pela LEGO, a plataforma utilizada para a programação é o software LEGO MINDSTORMS Education compatível com o kit adotado, aqui será mostrado o LEGO MINDSTORMS Education EV3, salienta-se que a plataforma é disponibilizada gratuitamente na internet para download. Inclusive, no site da LEGO Education há exemplos de construções e programações iniciais, organizados através de planos de aulas e lições. Contendo um planejamento detalhado da execução da lição, com orientações aos professores de como aplicar cada etapa e sugerindo o tempo a ser gasto em cada fase.

Segundo Morceli e Prado (2019), o ambiente é considerado um ambiente gráfico de programação quando os comandos são representados como um conjunto de blocos que representam instruções, expressões e estruturas de controle e os estudantes criam seus programas combinando uma série de elementos gráficos.

A FIGURA 2 exemplifica o ambiente de programação que os estudantes utilizam no software da LEGO, a programação é feita através dos blocos que os estudantes arrastam e vão conectando para construir o algoritmo desejado, permitindo que o robô de maneira autônoma cumpra o desafio proposto.

FIGURA 2– AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO DO EV3



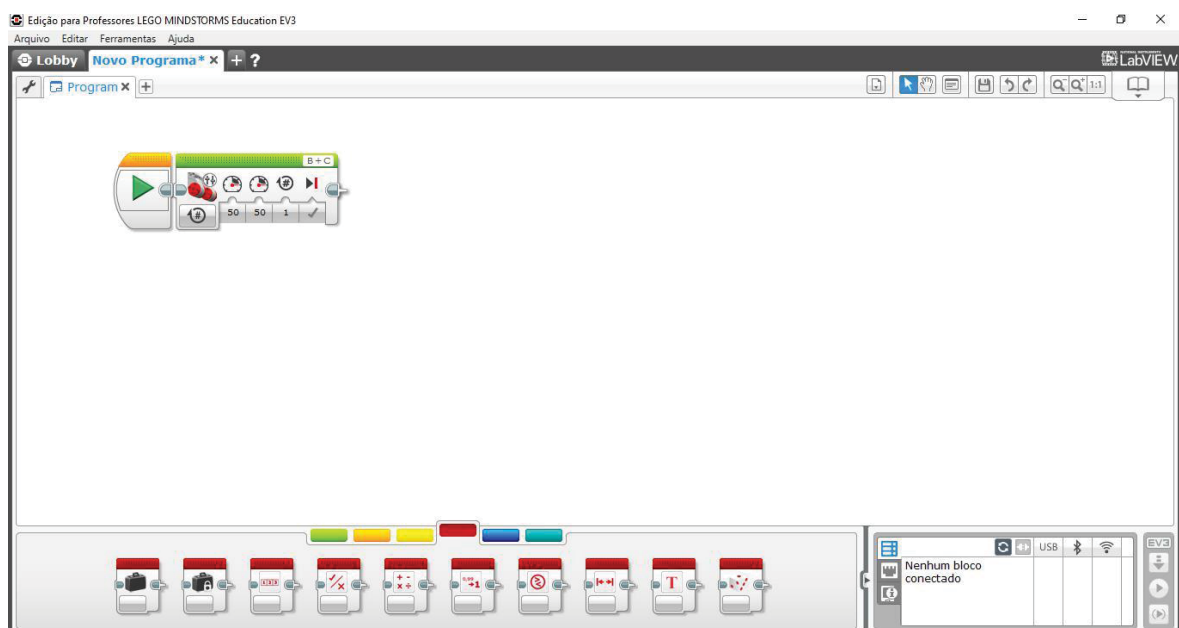
FONTE: Arquivo pessoal (2020).

O fato de ser um ambiente colorido e autoexplicativo facilita a aprendizagem inicial. Cada bloco tem uma função e recursos que podem ser alterados, conforme os estudantes vão se apropriando da linguagem de programação vão associando as ações das diferentes paletas de cores.

A paleta de cor verde permite as AÇÕES, a laranja o CONTROLE DE FLUXO, a amarela os SENSORES, a paleta vermelha as OPERAÇÕES DE DADOS, a azul é o AVANÇADO e azul piscina os MEUS BLOCOS, que permitem aos sujeitos a criação de blocos com programações mais complexas .

A paleta vermelha, FIGURA 3, é a que mais explicita as ações matemáticas, com as constantes, as variáveis, operações matemáticas, operações lógicas e comparações. Além do bloco de aleatório, texto, alcance e operação de matrizes.

FIGURA 3 – OPERAÇÕES MATEMÁTICAS NA PALHETA VERMELHA



FONTE: Arquivo pessoal (2020).

O Aprenda Robótica também é um site de referência aos estudantes que utilizam o material da LEGO, principalmente aos que participam da FLL, pois os responsáveis pelo site são profissionais que trabalham com o material há anos e também são os juízes de referência nos campeonatos no Brasil e no exterior. A pesquisadora teve a oportunidade de conhecer todos os envolvidos na construção do site durante o tempo que foi técnica de robótica. São profissionais que esbanjam simpatia, inspiram os jovens a gostarem da ciência e tecnologia e estão sempre

disponíveis para tirarem as dúvidas dos estudantes. Através da forma como organizam o ensino na plataforma, prezam pelo aprendizado e pelo protagonismo juvenil, pela socialização de aprendizagens e a humanização de todo o processo. Fornecendo orientações e dicas para todas as categorias a serem avaliadas na FLL.

2.1.2 Um exemplo de programação

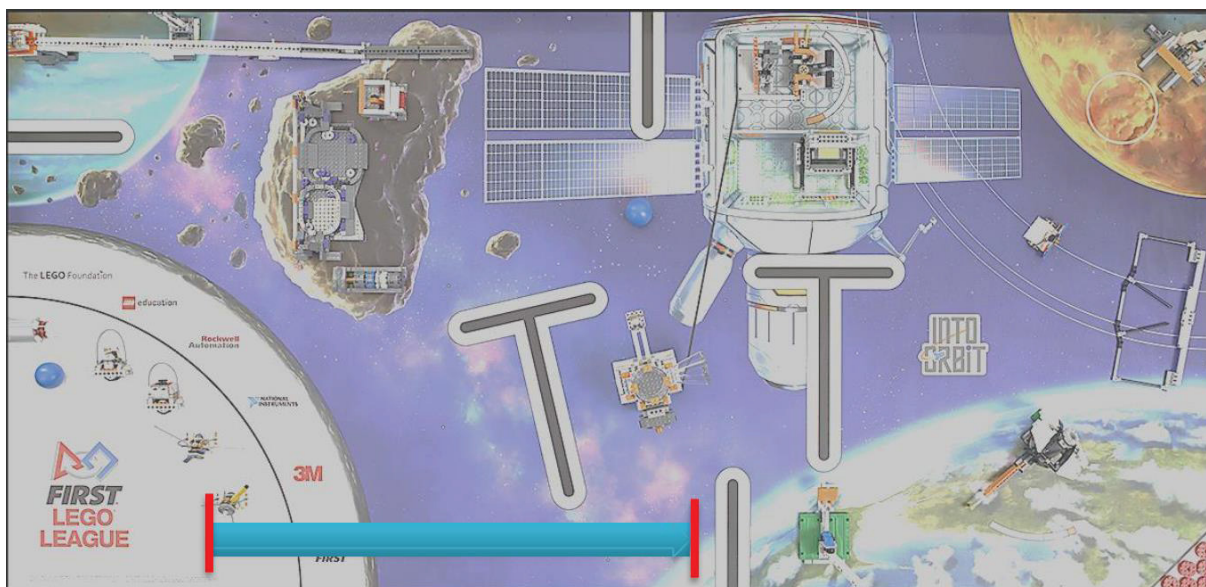
É natural que, após concluírem a construção do modelo robótico, os participantes de projetos de robótica educacional sejam desafiados a movimentar o robô e é comum surgir a pergunta: “como vou programá-lo para que chegue lá?”, ou seja, “como programar o robô para percorrer a distância entre dois pontos?”.

É recorrente que, no início das experiências com LEGO robótica, que os estudantes cheguem aos resultados através da tentativa e erro, gastem bastante tempo e refaçam várias vezes até se aproximarem do resultado esperado. Aumentando ou diminuindo X graus, ou ainda variando décimos ou centésimos de rotações para realizar com sucesso o desafio. Salienta-se que uma dúvida comum na hora da programação é definir se devem usar rotações ou graus para realizar a movimentação do motor, pela experiência da pesquisadora, os estudantes, inicialmente, preferem utilizar as rotações como unidade de medida até compreenderem efetivamente o comportamento do robô com os valores atribuídos e depois passam a trabalhar em graus.

Para que o robô chegue ao ponto desejado, ora devem recorrer a uma reta, ora a uma curva. Aqui se analisará a situação da reta, definida matematicamente como a distância entre dois pontos.

No entanto, para percorrer a reta em questão, outro conceito matemático necessário para auxiliar na resolução da situação é o comprimento da circunferência, pois se a distância, percorrida em uma volta pela roda, utilizada no robô for conhecida, facilitará o cálculo de quantas vezes esta distância está contida no percurso a ser cumprido. Este percurso foi ilustrado na FIGURA 4, o início e fim foram demarcados no „tapete” por segmentos em vermelho. Salienta-se que tapete é o nome dado a superfície que delimita a área de competição e na qual estão demarcadas as linhas e missões.

FIGURA 4 – DISTÂNCIA ENTRE DOIS PONTOS NO TAPETE



FONTE: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/95/4b/954bda3d-e85e-4dac-aad8-2ccfd80e9878/visao_geral_da_mesa.pdf

A maioria das rodas da LEGO tem na sua lateral o valor do seu diâmetro (D). Considerando como exemplo a roda da FIGURA 5, ela possui um diâmetro de 9,4 cm.

FIGURA 5 – DIÂMETRO DA RODA LEGO



FONTE: Arquivo pessoal (2020).

De posse desta informação, deve-se calcular o comprimento percorrido pela roda em uma volta, ou seja, o comprimento da circunferência. Que é definido pelo produto do diâmetro (D) pelo número irracional π . Considerando a roda da FIGURA 5, tem-se:

$$\text{COMPRIMENTO DA CIRCUNFERÊNCIA} = \text{COMPRIMENTO DA RODA} = D \times \pi$$

COMPRIMENTO DA RODA = $9,4 \times 3,14 = 29,516$ cm

Logo, a roda percorre 29,516 centímetros em uma volta. É claro que se mudar a roda, mudar-se-á também o comprimento a ser percorrido em uma volta.

Para descobrir a distância a ser percorrida, com o uso de uma fita métrica, mede-se do centro da roda do robô até o ponto aonde se quer chegar. Lembrando que, na FIGURA 4, os dois segmentos vermelhos marcam o início e o fim do percurso a ser realizado pelo robô no tapete.

Encontrou-se nesse caso 72 cm, salienta-se, que na programação, este valor pode ser considerado como uma variável e o algoritmo construído pode calcular automaticamente quantas rotações ou graus devem ser atribuídos ao motor do robô.

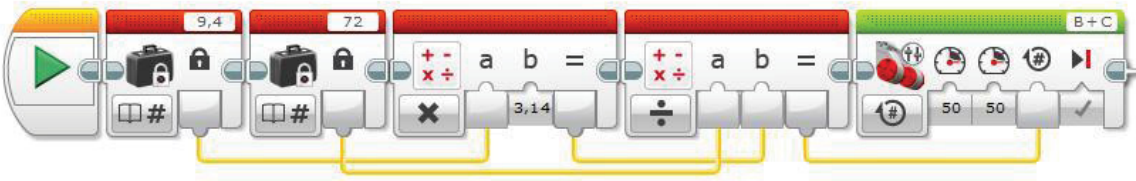
Agora, é o momento de associarmos as duas informações numéricas encontradas. Para saber quantas rotações serão necessárias para o motor girar robô, basta dividir a distância a ser percorrida pelo comprimento de uma volta, ou seja:

DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA= 72 cm

DISTÂNCIA PERCORRIDA EM UMA VOLTA= 29,516 cm

Uma possibilidade de programação seria a da FIGURA 6.

FIGURA 6 – PROGRAMAÇÃO DO NÚMERO DE ROTAÇÕES DO MOTOR A PARTIR DA DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA



FONTE: Arquivo pessoal (2020).

Salienta-se que uma das vantagens da construção do bloco é reduzir visualmente a programação da FIGURA 7 para a FIGURA 9.

FIGURA 9- BLOCO QUE CALCULA OS GRAUS DO MOTOR A PARTIR DA DISTÂNCIA



FONTE: Arquivo pessoal (2020).

Depois que se aprende a construção dos blocos é comum utilizar este recurso, pois muitas vezes ao programar todos os blocos não conseguem ser vistos num tamanho bom e em apenas uma tela do computador, utilizando-se os blocos facilita a visualização.

2.2 FIRST® LEGO LEAGUE

A FIRST®, *For Inspiration and Recognition of Science and Technology*, segundo FLL (2019), foi idealizada por Dean Kamen em 1989, como uma organização sem fins lucrativos com o objetivo de fomentar nos jovens o interesse pela ciência e tecnologia através de programas inovadores. Tendo dois valores norteadores que são o *Gracious Professionalism®*, que preconiza trabalho de alta qualidade, em que os envolvidos são educados, gentis, tolerantes, alegres e respeitosos em tudo o que fazem; e o *Coopertition®*, que recomenda que todo o processo de participação no torneio deve ser uma competição amigável com os colegas e adversários, um momento de aprender, ensinar e ajudar.

Em 1998, Dean Kamen e Kjeld Kirk Kristiansen, presidente da The LEGO Group, uniram forças e criaram a FIRST® LEGO League (FLL), segundo a FLL (2019) a proposta é desenvolver crianças e adolescentes de maneira lúdica e criativa, valorizando a resolução de problemas, a pesquisa, a experimentação, a construção, a criatividade, a superação de obstáculos, enquanto se divertem com a ciência e a tecnologia.

A FLL (2019) entende que os estudantes ao participarem das competições se envolvem em experiências práticas, aprendem de maneira significativa, constroem a

confiança e desenvolvem hábitos de aprendizado. E, por isso, a competição anualmente associa os conceitos da STEM a exemplos do mundo real, desafiando estudantes do mundo todo a encontrarem uma solução inovadora dentro da temática proposta.

O Torneio de Robótica da FLL é o evento mais esperado e desejado pelos jovens de 9 a 16 anos que estão envolvidos em projetos de robótica. Tendo em vista que é muito mais que uma competição ou um torneio. É um momento de encontro, diversão, festa e ocasião de demonstrar as filosofias do *Coopertition®* e *Gracious Professionalism®* através da vivência dos *Core Values*. Na temporada 2018/2019, a temática foi INTO ORBIT, foram mais de 320000 participantes, com 40000 robôs, distribuídos em 1450 eventos e 98 países. As temporadas iniciam em agosto de um ano com as competições regionais, seguidas das nacionais em março do ano seguinte e terminando, em geral, com campeonatos internacionais pelo mundo. O mais importante é o World Festival nos EUA.

A FIGURA 10 abaixo apresenta os valores essenciais do programa.

FIGURA 10 - CORE VALUES



FONTE: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/df/a0/dfa0298c-32fb-4475-83c5-0e54db105af5/24_desafio___into_orbit_formatado_26_de_setembro.pdf

Ao incorporarem os *Core Values*, os envolvidos aprendem que a competição amigável não é um objetivo isolado, ao se ajudarem vivenciam a base do trabalho

em equipe e se divertem enquanto trabalham juntos. Na época em que a pesquisadora era técnica, a equipe vivenciava os valores da FLL como: somos uma equipe; encontramos soluções com ajuda de nossos técnicos e mentores; nossos técnicos e mentores não sabem todas as respostas, mas nós aprendemos juntos; honramos o espírito de competição amigável; o que descobrimos é mais importante do que o que ganhamos; nós compartilhamos nossas experiências com outros, somos *Gracious Professionalism* em tudo que fazemos e nós nos divertimos!

No torneio as equipes tem no mínimo 2 e no máximo 10 competidores. No Brasil, sugere-se uma equipe com no mínimo 4 competidores. Cada equipe será avaliada em 4 provas: Projeto de Pesquisa, Design do Robô, Desafio do Robô e Core Values, em quatro momentos diferentes. A equipe é avaliada em salas de avaliação nas quatro categorias e para cada prova levará um material diferente produzido pelos estudantes, com criatividade sintetizam o trabalho de meses para apresentarem em no máximo 5 minutos. Cada equipe tem, no máximo, 2 técnicos adultos e os mentores são as pessoas externas à equipe, que são convidadas a ajudar em temas específicos, não havendo restrições de quantidade. No dia do torneio, os técnicos e mentores são proibidos a interferir nas sessões de avaliação e a equipe tem direito a três rounds oficiais na mesa das missões para a prova do Desafio do Robô, cada round com duração de 2 minutos e 30 segundos. A FIGURA 11 abaixo ilustra a divisão das provas avaliativas dentro do torneio.

FIGURA 11 – PROVAS AVALIATIVAS NO TORNEIO DA FLL



É possível acessar vídeos no youtube com robôs executando as missões da temporada com excelência, ou seja, conseguindo executar um número maior de missões, por exemplo o link disponibilizado por uma equipe de referência do Brasil <https://www.youtube.com/watch?v=tyUf1EPvCTc>.

A vivência do Gracious Professionalism® e do Coopertition da FLL fazem com que os envolvidos experimentem uma oportunidade de competição com graciosidade, tolerância, muito respeito, encantamento, aprendizado e na busca pela excelência dos trabalhos alcançam a superação e exercem a colaboração, na certeza de que o que se aprende é mais importante do que os prêmios que se ganha.

Segundo a FLL (2019), é comprovado o impacto positivo nos estudantes após a participação no torneio: 88% deles se interessam em melhorar na escola, 87% tem mais interesse em frequentar uma universidade e 90% reconhecem que melhoraram de comportamento e/ou habilidades.

No Brasil, o evento é organizado pelo Serviço Social da Indústria, SESI, e conta com a colaboração dos funcionários do SESI e também com centenas de voluntários que com coesão e ética preconizam e exercem os valores da FIRST® inspirando os jovens e seus mentores, fazendo com que juízes e equipes sejam reconhecidos internacionalmente e convidados a participar de eventos internacionais de robótica.

Um ponto negativo da FLL é que o custo da inscrição é relativamente alto e como o evento exige a utilização dos kits de robótica educacionais da LEGO, que também têm um custo considerável, a soma desses valores com os gastos com uniforme, adereços, pit stop e transporte, acaba tornando a aventura inacessível para algumas escolas.

Até o momento da finalização da pesquisa, a rede municipal de educação permite e incentiva a participação em campeonatos e torneios de robótica, disponibilizando transporte e lanche no dia do torneio e arcando com os gastos da viagem e estadia em caso de classificação na etapa nacional e mundial. Os gastos com a criação da solução inovadora, com o uniforme, com os adereços, com a confecção dos portfólios e outros itens que a equipe julgue necessários para um bom desempenho no torneio são de responsabilidade da equipe e da unidade escolar, sendo que um percentual dos valores provém dos recursos próprios da

unidade e o restante tem origem das ações realizadas pela equipe, como uma „vaquinha” ou rifa.

As equipes das escolas municipais, desde o início de suas participações na FLL, constroem uma bonita história de experiências transformadoras e prêmios inusitados no âmbito regional, nacional e internacional nos eventos da FLL.

Segundo Pazelli et al. (2019), no contexto da robótica educacional, cada vez mais as competições são oportunidades de encontros, trocas de experiência, colaboração e superação pessoal. Para alguns autores como Miranda e Suanno (2012), Angonese et al (2012) e Reis (2012), as competições de robótica estimulam e despertam o interesse dos estudantes e de educadores uma vez por oportunizam momentos ricos de aprendizagem e interação através da resolução de problemas e dos desafios robóticos.

Na seção a seguir é apresentada a robótica educacional no contexto da rede municipal de educação de Curitiba.

2.3 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO CONTEXTO DA REDE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE CURITIBA

A história da robótica na rede municipal de educação começou com um grupo de profissionais da Secretaria de Educação de Curitiba que foram para um evento no México, em julho de 2001, o Summer Institute, organizado por pesquisadores do MIT, Massachusetts Institute of Technology, e lá tiveram acesso a alguns projetos inovadores que envolviam tecnologias. A experiência foi encantadora e motivou os participantes a implementarem na rede projetos que se aproximavam do que se tinha visto, ou seja, foi a semente de dois projetos da secretaria municipal de educação, são eles: o de LEGO robótica e do jornal digital Extra- Extra, salienta-se que os projetos estão em vigor até os dias atuais.

No ano seguinte, a rede promoveu uma imersão neste ambiente de tecnologia, robótica e programação LOGO, denominado Instituto de Inverno, que aconteceu no parque Barigui, em Curitiba, durante duas semanas e teve participações de várias instituições de ensino do Brasil. Estavam representantes da Universidade de Pernambuco e pesquisadores de São Paulo e do MIT, além dos profissionais da rede municipal de Curitiba. Com participação de aproximadamente 200 profissionais, este evento legitimou o projeto de robótica educacional na rede,

pois os profissionais que participaram do evento ficaram empolgados com o que vivenciaram, portanto, a partir dali a secretaria começou o processo de aquisição dos kits que pudessem atender às diferentes faixas etárias de seus estudantes.

Para a primeira fase do projeto institucional, em 2004, as 153 Unidades Educacionais, ou seja, escolas, e os 20 Centros de Educação Infantil receberam os kits LEGO educacional Mindstorms RCX, conforme FIGURA 12 abaixo.

FIGURA 12 – KIT MINDSTORMS RCX



FONTE: <https://www.worthpoint.com/worthopedia/LEGO-mindstorms-rcx-robolab-team-1818328226> (1998).

A implementação do projeto previa a formação para quem quisesse participar, o acompanhamento da secretaria no desenvolvimento das atividades e aquisição das revistas da LEGO Zoom como um material de apoio ao professor, um subsídio para as atividades desenvolvidas, com várias sugestões de construções de modelos robóticos com passo a passo e uma situação problema. Na época, tinha a „rede LEGO” que unia as pessoas envolvidas com o projeto de maneira virtual, como uma forma de acompanhamento e troca de experiências, com eventuais encontros presenciais entre os participantes.

Naquela primeira fase de implantação, as revistas foram importantes para uma alfabetização inicial, para o reconhecimento das peças, bem como para sugerir possibilidades de construções de modelos robóticos passo a passo, para que os envolvidos compreendam o que é possível fazer com o kit. O projeto de robótica da rede teve início utilizando-se o RCX, porém o kit educacional Mindstorms da LEGO foi sendo aprimorado com o passar dos anos, como mostra a FIGURA 13.

FIGURA 13 – BLOCOS PROGRAMÁVEIS DA LEGO E ANO DE LANÇAMENTO DOS KITS



FONTE: Aprenda Robótica (1998)

Em 2010, as 11 escolas dos anos finais receberam o kit Mindstorms NXT, ilustrado na FIGURA 14.

FIGURA 14 – KIT MINDSTORMS NXT



FONTE: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Kit-LEGOR-MINDSTORMS-9797R-NXT-e-e-Almoxarifado-de-Pecas-NXT-9648-d_fig1_281207088 (2018).

Salienta-se que a escola, na qual a pesquisadora trabalhava, no segundo semestre de 2014, conseguiu comprar um EV3 com recursos próprios, pois percebia que seu rendimento nas competições ficava comprometido por não ter o EV3, sendo a primeira escola dos anos finais a adquirir o equipamento. O kit Mindstorms EV3, FIGURA 15, foi entregue pelo prefeito da época às equipes presentes no evento de robótica organizado pela RME, na Escola Municipal Prefeito Omar Sabbag, em agosto de 2015.

FIGURA 15 - KIT MINDSTORMS EV3



FONTE: <https://LEGOways.com/five-3rd-party-projects-for-ev3> (2018).

Algumas características desta evolução que se pode citar é que o RCX e o NXT tinham sistema operacional próprio criado pela LEGO, já o EV3 tem o sistema operacional baseado em Linux. O RCX possuía 3 portas para sensores e 3 portas para motores, o NXT possuía 4 portas para sensores e 3 portas para motores e o EV3 possui 4 portas para sensores e 4 portas para motores.

A evolução dos blocos programáveis também fez com que as equipes desenvolvessem mais técnicas de construção de seus modelos robóticos, pois com mais portas para os motores mais uma garra, um braço mecânico, poderia ser construída para executar as missões simultaneamente.

Em 2017, reassumiu, depois de 20 anos, o prefeito que almejava deixar um „marco” na educação da cidade, assim como fez no passado com a implantação dos “Faróis do Saber”. Com isso, a equipe da Secretaria Municipal de Educação sentiu necessidade de ampliar, ou até mesmo implantar uma nova fase do projeto que envolvia a robótica. Afinal, pesquisas na área educacional apontam a robótica como uma das grandes vertentes na área da educação e tecnologia, pensando na sociedade de hoje e do futuro e havia solicitações de algumas unidades escolares para que os equipamentos de robótica fossem renovados. Como era uma necessidade das escolas e da sociedade, a secretaria entrou em contato com as cinco maiores empresas do Brasil que trabalham com kits de robótica educacional. Foram escolhidas empresas de *know-how* nesta área, pois a escolhida deveria ter porte para satisfazer a demanda do projeto institucional que pretende atender as 185 escolas da rede municipal de educação. Foram analisados os materiais ofertados e a proposta pedagógica. Outra situação levada em consideração foi que, várias escolas da rede já possuíam vários kits LEGO, umas com kits incompletos, outras com kits mais modernos e variedade de peças. Portanto, escolher um novo kit que pudesse se adaptar ao material que as escolas já tinham e pudesse abrir novas possibilidades de interação de materiais era importante na escolha e por isso o kit escolhido foi o LudoBot, FIGURA 16, da empresa Microduino, que é totalmente compatível com as peças LEGO.

FIGURA 16 – KIT LUDOBOT



FONTE: arquivo pessoal (2019).

A proposta pedagógica não tem apostila, pois a ideia é permitir o processo criativo dos professores e estudantes. O objetivo não é seguir uma apostila ou uma construção passo a passo, que depois o sujeito tem um modelo robótico que não compreende bem como fez ou para que serve. Mas terá formação acompanhada pela secretaria e uma alfabetização inicial de como programar e montar.

Após a fase inicial de implantação a proposta, o objetivo é partir para a criação de micromundos, uma proposta contextualizada e livre para cada realidade escolar, ou seja, montagens a partir de uma situação problema, motivada pela necessidade dos envolvidos e que permita trabalhar com a robótica, não trabalhando simplesmente com uma automação descontextualizada.

A implantação do Projeto de Robótica Microduíno, pela Secretaria Municipal da Educação de Curitiba fornecerá 10 kits Microduíno, material didático, formação e acompanhamento pedagógico para cada escola selecionada. Nessa primeira etapa, a Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação (CTDI) selecionou as escolas que atenderão um maior número de estudantes dentro do projeto e Unidades de Educação Integral, mas as unidades não contempladas nesta primeira etapa passam para a próxima etapa de implementação.

O kit básico personalizado para a Secretaria de Educação de Curitiba, custou aproximadamente R\$ 700,00, por conta do volume adquirido o valor inicial baixou. Este kit pode ser utilizado pelos estudantes em 94 unidades escolares, do 1º ao 9º ano, a partir do lançamento em 27 de março de 2019 e as outras 91 escolas serão atendidas até o final de 2019. Na notícia, „Novos kits de robótica ampliam possibilidades em sala de aula“, publicada em 12/4/2019, sabe-se que:

As escolas estão recebendo os novos kits desde o mês passado. São R\$ 812 mil em investimentos da Prefeitura de Curitiba, que beneficiam 117 unidades, 250 professores e 12,8 mil curitibinhas. A nova tecnologia será utilizada para ampliar as ações de robótica já desenvolvidas nas unidades. (CURITIBA, 2019, não paginado).

A Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação da Secretaria Municipal de Educação, segundo a coordenadora (entrevista em 2019), acredita que inspirados pelo conceito de aprendizagem criativa do MIT, ao incentivar espaços e projetos que utilizem as novas tecnologias, beneficiam os estudantes da rede, pois os mesmos estarão mais bem preparados para os desafios do futuro e do presente.

Além de permitir que outras metodologias ativas possam ser colocadas em prática dentro destes espaços inovadores. Portanto, investir em programação, robótica, impressora 3D e os espaços de inovações demonstram o cuidado da Secretaria Municipal de Educação com seus estudantes e a excelência na educação através das experiências vividas na rede.

Nesse sentido, a aplicação financeira e o aumento de unidades escolares atendidas com os novos kits de robótica é no intuito de revelar que as possibilidades de construção de modelos robóticos dependem do investimento na escolha dos kits a serem utilizados. Por outro lado, apesar de todo o investimento financeiro, de recursos físicos em kits de robótica educacional, formação permanente e incentivo da Coordenadoria para que a utilização dos mesmos possa ser uma possibilidade de dar sentido aos conteúdos curriculares através da robótica educacional, não é uma garantia que a proposta se efetivará na rotina escolar.

Em 2019, o projeto de robótica completou 15 anos de experiências marcantes e transformação social, apesar das mudanças que têm sido realizadas pela secretaria, consta no documento lançado neste ano que:

Ao desenvolver projetos de robótica, o protótipo construído pelos estudantes ganha um novo sentido e passa a ser um produto cultural, sendo utilizado para explorar e expressar as próprias ideias e expandir os conhecimentos práticos, pois envolve diversas áreas do conhecimento, como Matemática, Ciências, Linguagem, além de ser direcionado para uma aprendizagem lúdica aliada a materiais relevantes para o currículo e a recursos digitais. Com isso, há também a contribuição para o desenvolvimento de habilidades acadêmicas para o século XXI, que são: estimular o pensamento crítico; incentivar habilidades criativas de resolução de problemas em uma variedade de temas da vida real e desenvolver estudantes ativos, colaborativos e criativos para o longo da vida escolar e profissional. A robótica também propicia trabalhar competências importantes para o desenvolvimento psicomotor e cognitivo, pois amplia a capacidade de raciocínio lógico e proporciona uma aprendizagem inspiradora, envolvente e eficaz. (CURITIBA, 2019, p. 10).

A citação acima permite que o leitor perceba a preocupação da secretaria municipal de educação em contemplar as competências da BNCC mencionadas anteriormente. O projeto de robótica na rede municipal de educação preconiza o desenvolvimento de habilidades e competências sócio- emocionais e cognitivas durante as situações de aprendizagem, oportunizando um aprendizado significativo a partir das tecnologias.

2.3.1 A organização dos projetos de robótica nas escolas da rede municipal de Educação de Curitiba

Desde a implantação, a Secretaria Municipal de Educação tem oportunizado, anualmente, às onze escolas de ensino fundamental da rede a participação no projeto de robótica, muito embora, algumas escolas, às vezes, optam por não participar. Os projetos de LEGO robótica até 2018 eram ofertados no contraturno, por meio de um encontro semanal de 4 horas, o docente responsável pelo projeto recebia uma ajuda de custo mensal de aproximadamente R\$ 558,00.

Todos os estudantes do 6º ao 9º ano na escola podiam concorrer às vagas ofertadas, quem gerenciava o processo de seleção anual era o professor responsável do projeto, com aprovação da direção da unidade educacional. Em geral, os encontros iniciavam em março e iam até início de dezembro, salvo as equipes que se classificavam, pois, as mesmas acabavam tendo mais encontros, conforme organização interna, no período de dezembro a março seguinte. Parte dos estudantes aprovados no projeto eram os componentes da equipe de competição da escola, fato que dava notoriedade aos estudantes no âmbito escolar. O número de participantes das equipes variava de unidade para unidade, bem como de ano para ano. A média era de oito estudantes por equipe de competição, o projeto podia contemplar até vinte estudantes, acompanhados por docentes de diferentes áreas do conhecimento.

Salienta-se que a secretaria não obrigava a participação em campeonatos, porém, como o projeto de robótica da rede acabou sendo validado com a participação no primeiro evento da FLL em Curitiba, o elo com as competições acabou acontecendo de maneira subliminar. Historicamente, as escolas da rede trazem prêmios das competições que participam em nível regional e nacional. Em junho de 2019, no Torneio aberto da FLL no Líbano, a equipe Conectados, ganhou pela primeira vez um prêmio de reconhecimento mundial.

No início da trajetória, a equipe observada pela pesquisadora não tinha um lugar específico para treinar e acabava utilizando os espaços disponíveis, inclusive o chão do pátio. Mais tarde, a direção da unidade conseguiu disponibilizar uma pequena sala para que o projeto conseguisse ser desenvolvido adequadamente. Em 2018, ganharam um espaço melhor e maior na unidade de educação integral, UEI, situada próxima à escola. Com a nova realidade, os estudantes da equipe passaram

a participar de várias ações da educação integral, o que favoreceu o desenvolvimento dos mesmos, a integração e interesse de outros estudantes da UEI que não participavam do projeto, mas que demonstravam interesse nas práticas desenvolvidas pelo professor responsável pelo projeto de robótica. Em pouco tempo de convivência no mesmo espaço, a coordenadora da UEI decidiu inovar e trazer a mesma temática vivida pela equipe para todos os estudantes da UEI, fazendo com que todas as práticas educativas estivessem correlacionadas e poderiam vir a colaborar com a equipe de competição. Salienta-se que a orientação da SME é que os encontros aconteçam num espaço específico e horário determinado, conforme a disponibilidade do professor que conduzirá o projeto de robótica, no contra turno.

A rotina dos encontros não inclui chamada ou avaliação, porém os estudantes avaliam seus resultados à medida que resolvem problemas, constroem robôs eficientes e vivenciam o espírito de equipe plenamente.

2.4 UMA BREVE REVISÃO SOBRE PESQUISAS COM LEGO ROBÓTICA

Para situar a presente pesquisa no âmbito nacional, em setembro de 2019, foi realizada uma busca inicial com o descritor „LEGO robótica” nas comunicações científicas registradas nos Anais dos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEM). Não foi encontrado nenhum trabalho com LEGO robótica em 2010 (X ENEM), um trabalho em 2013 (XI ENEM) com uma abordagem do LEGO como uma atividade lúdica. No XII ENEM, em 2016, foram mais de 1500 trabalhos apresentados e na plataforma digital não havia um algoritmo de busca por palavra-chave, portanto, era necessária a pesquisa individual por título nas páginas do evento. Analisou-se a metade dos trabalhos cadastrados e apenas 11 envolviam robótica, sendo que nenhum se aproximava da proposta desta pesquisa, pois abordavam o uso do arduíno e a robótica educacional com materiais reciclados. Ao observar esse contexto, decidiu-se mudar de banco de dados.

Em outubro e novembro de 2019, foi realizada uma pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para mapear as pesquisas já realizadas com a mesma temática, esta plataforma foi definida como referência pela confiabilidade dos dados, por concentrar as publicações acadêmicas e por oferecer uma plataforma de busca a partir de palavras chave, o que permitiu um refinamento mais preciso dos dados.

O mapeamento foi iniciado com a busca das palavras „LEGO robótica” e obteve-se 2391 pesquisas entre teses e dissertações. Com o intuito de refinar a busca optou-se por filtrar nos 275 programas cadastrados, os programas em Educação Matemática, uma vez que o programa deste mestrado tem ênfase nesta área, objeto de interesse do presente trabalho. O resultado foi reduzido a 17 pesquisas, distribuídas conforme o QUADRO 1 abaixo.

QUADRO 1 – PROGRAMAS COM PESQUISA EM LEGO ROBÓTICA

Programa	Número de pesquisas
Educação Matemática	4
Educação em Ciências e Matemática	6
Educação Matemática e Tecnológica	3
Educação para Ciências e Matemática	1
Educação para a Ciência e a Matemática	3

FONTE: a autora (2019)

As pesquisas estão divididas em nove instituições de ensino do Brasil, no estado do Paraná, há três publicações da Universidade Estadual de Maringá. Sendo as publicações divididas conforme o tipo de programa, de acordo com o QUADRO 2:

QUADRO 2 - TIPO DO PROGRAMA COM PESQUISAS EM LEGO ROBÓTICA

Programa	Quantidade de pesquisas
Mestrado	14
Mestrado Profissional	2
Doutorado	1

FONTE: a autora (2019)

O QUADRO 3 permite fazer uma análise quanto à data das pesquisas e confirma que o interesse pela temática vem aumentando nos últimos dez anos.

QUADRO 3 - DATA DE PUBLICAÇÃO DAS PESQUISAS

Ano da pesquisa	Quantidade de pesquisas
2007	1
2010	3
2012	1

2014	2
2015	2
2017	2
2018	3
2019	3

FONTE: a autora (2019)

Embora os dados não explicitem isso tão evidentemente, a tendência é que o número de pesquisas aumente, uma vez que há também o aumento no interesse das organizações de ensino pela robótica educacional.

Ao se analisar, brevemente, os resumos das 17 pesquisas foi possível construir o QUADRO 4 que confirma que a presente pesquisa é única e inovadora no quesito: analisar a robótica educacional com LEGO sob o olhar da Teoria Histórico-Cultural e a considera relevante no âmbito das pesquisas que relacionam a robótica educacional ao ensino dos conteúdos matemáticos curriculares em programas de Educação Matemática.

QUADRO 4 – MAPEAMENTO DAS PESQUISAS SOBRE ROBÓTICA NOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Título da pesquisa	Autor (ano)
Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico	FORTES (2007)
A tecnologia da informação no ensino: proposta de utilização da robótica com recurso didático no ensino de Física	TORRES (2010)
A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo: por uma Aprendizagem Colaborativa	SANTOS (2010)
Uso da robótica no ensino de proporção aos alunos do ensino fundamental II	NASCIMENTO (2012)
Robótica Educacional aplicada ao ensino de Química: colaboração e aprendizagem	JUNIOR (2014)
A utilização da robótica educacional com a plataforma arduino: uma contribuição para o ensino de Física	LUCIANO (2014)
A dança dos robôs: Qual a Matemática que emerge durante uma atividade lúdica com robótica na	LEITÃO (2010)

educação?	
A avaliação da aprendizagem na disciplina Cálculo Diferencial e Integral: em busca de sentidos pedagógicos	FONTES (2015)
Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de Biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano	GARCIA (2015)
Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática	ALEXANDRINO (2017)
A robótica educacional e a plataforma arduíno: estratégias construcionistas para a prática docente	LUCIANO (2017)
Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do Ensino Fundamental: uma possibilidade com kits de robótica	SILVA (2018)
Robótica educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife	SILVA (2018)
Inserção da robótica educacional nas aulas de Matemática: desafios e possibilidades	MAFFI (2018)
O sentido que alunos do ensino médio atribuem às atividades de ensino mediadas por robótica educacional	PAULINO (2019)
Clubes de robótica na rede municipal do Recife: uma análise na perspectiva do engajamento estudantil	LAUREANO (2019)
A pesquisa brasileira em robótica pedagógica: um Mapeamento Sistemático com foco na Educação Básica	BRITO (2019)

FONTE: a autora (2020).

Com base na leitura dos resumos e dos resultados das pesquisas do QUADRO 4, algumas despertaram maior interesse por se aproximarem da proposta deste trabalho, tendo em vista o kit de robótica educacional escolhido ou pela linha de pesquisa ou ainda pelos registros das contribuições da robótica educacional ou ainda ser uma pesquisa com o ensino fundamental.

Ressaltar-se-á Paulino (2019) por ter como objetivo compreender o sentido que os alunos atribuem às aulas que tem a robótica como artefato mediador destas tarefas e por também utilizar o kit de robótica educacional da LEGO. Ainda, para o autor, os fatores que facilitam o processo de ensino aprendizagem são: a dinâmica das aulas centrada na prática e na articulação teoria e prática, a boa relação entre os integrantes e o contato com os computadores e os robôs. E o autor observou que os motivos atribuídos pelos alunos nas aulas de robótica foram: a aprendizagem de robótica, a aprendizagem de física ou matemática, a escolha da profissão e a ludicidade dando sentido à disciplina.

Laureano (2019) apresenta que a robótica educacional traz contribuições favoráveis ao engajamento dos estudantes num espaço de colaboração e protagonismo, bem como na construção de novos conhecimentos de forma significativa, além de motivar os alunos e contribuir nas mudanças afetivas, comportamentais e cognitivas. O autor ainda cita que as experiências com robótica auxiliam na melhora dos relacionamentos com os professores e com os colegas, que a participação motiva os estudantes a frequentarem a escola e contribui na melhora do desempenho nas diversas disciplinas.

Silva (2018), apesar de trabalhar com o arduíno, fala sobre o pensamento computacional que para o autor é um conjunto de processos do pensamento utilizados para resolver um determinado problema, capaz de realizar um raciocínio algorítmico e abstrato, reconhecer padrões e decompor o problema em partes menores. Segundo o autor, o estudante ao programar o protótipo construído, mobiliza conceitos já adquiridos, sistematiza e possibilita que novos conceitos matemáticos se formem. Portanto, os trabalhos com kits de robótica contribuem na formação de conceitos matemáticos dando significado às novas aprendizagens.

Alexandrino (2017) afirma que o tema robótica educacional contribui na aprendizagem de conteúdos matemáticos, bem como no desenvolvimento da criatividade, resolução de problemas e no trabalho em equipe.

Segundo Santos (2010), a robótica contribui para o desenvolvimento do indivíduo, melhorando o raciocínio lógico, as relações interpessoais, a coletividade e a criatividade, além de favorecer a interdisciplinaridade.

Leitão (2014) sugere que pesquisas posteriores estudem o papel do professor num ambiente de robótica educacional.

Segundo Nascimento (2012), é preciso levar em consideração as variáveis que implicam na imprecisão do robô ao executar o que foi proposto, pois há uma migração da precisão do mundo virtual para o mundo real, no qual o robô está inserido. Conjecturar as falhas mecânicas no equipamento, as falhas de software, o atrito, os espaços da mesa de testes entre outras influências do mundo real que causam sempre algum tipo de imprecisão no resultado final da execução da programação inicialmente realizada.

E ainda, Maffi (2018) ressalta a utilização da contextualização como um princípio norteador das atividades de robótica educacional e que as experiências vivenciadas proporcionam um novo entendimento do erro, do protagonismo estudantil, do trabalho em grupo e da motivação para aprender. Salienta, ainda, que os estudantes constroem conhecimentos matemáticos por meio da utilização da robótica e através das interlocuções entre os diferentes campos do conhecimento.

Salienta-se que, ao ler os resumos das 17 pesquisas do QUADRO 4, o descritor „LEGO robótica” solicitado na pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES não constava em nenhuma das pesquisas; em três delas não foram encontrados termos relacionado à robótica e nas demais encontrou-se os descritores: robótica educacional ou robótica ou robótica pedagógica. Não foi possível compreender o motivo pelo qual o algoritmo de busca selecionou as três pesquisas que não apresentam nas palavras chave algo com robótica, entretanto evidencia-se que há outras pesquisas na temática, contudo não foram selecionadas devido à filtragem no quesito do programa a qual pertencem e pelo descritor „LEGO robótica”.

É relevante trazer a pesquisa de Campos (2011) que considera três categorias ao uso da Robótica Educacional, sendo elas: 1) a aprendizagem referente à computação, engenharia e tecnologia, trabalhando precisamente o conhecimento da robótica; 2) a aprendizagem de conteúdos, saberes das disciplinas curriculares; 3) de forma a integrar as duas categorias anteriores.

Entende-se que, a presente pesquisa se enquadra na categoria 3, com destaque aos conteúdos de matemática, em razão disso manifesta-se a importância de pesquisas que revelem a articulação dos conteúdos de matemática nos projetos de robótica educacional das escolas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO- CULTURAL

É fato que o homem é um ser em constante aprendizado, fato que intrigou alguns pesquisadores que se dedicaram ou se dedicam para entender como esse processo cognitivo acontece. Sabe-se que o homem aprendeu a falar, andar, comer, dirigir, criar, tudo isso para a satisfação de suas necessidades. Mas também, que estabelece relações sociais. Inclusive apropria-se de conceitos escolares que podem favorecer sua inserção social e acesso aos bens materiais produzidos pela humanidade.

Neste capítulo, entre tantos autores que discorrem sobre a teoria adotada, serão abordados aspectos da Teoria Histórico-Cultural no que tange ao desenvolvimento humano à luz do pensamento de Lev Vygotsky e Alexei Leontiev, os quais tentam explicar o desenvolvimento da mente humana inspirados nos pressupostos do materialismo histórico- dialético, considerando o processo cognitivo como um processo de internalização de conceitos a partir da interação social com materiais fornecidos pela cultura, assim como o homem é influenciado pelo meio, também o transforma. Também será levado em consideração a concepção marxista que evidencia que as atividades humanas satisfazem as necessidades materiais do homem segundo Vygotsky (1989) e Oliveira (1997). Considerando que a interação social fornece a matéria prima para o desenvolvimento psicológico do indivíduo de acordo com Oliveira (1997) e entender-se-á como aprendizagem social a proposição de Silva (2009) que considera todo processo cognitivo que acontece ou é favorecido pelos indivíduos que convivem num mesmo meio social. Num movimento ascendente e gradual, num processo em que o sujeito atualiza seus conhecimentos, partindo de conceitos elementares, ressignificando sua base de conhecimento a partir das informações submetidas, com seus efeitos positivos e negativos.

Será levando em conta a proposição de Silva (2009) de que aprendizagem social é todo processo cognitivo que acontece ou é favorecido pelos indivíduos que convivem num mesmo meio social. Já, Oliveira (1997) considera que é exatamente esta interação social que fornece a „matéria prima” para o desenvolvimento psicológico do indivíduo.

Questões acerca do desenvolvimento humano, à luz dos pressupostos de Vygotsky e Leontiev, será apresentado a seguir.

3.1 O DESENVOLVIMENTO DO SUJEITO À LUZ DE VYGOTSKY

Para Vygotsky (1989), o homem nasce dotado de funções psicológicas elementares que permitem a interação com o meio, estas interações proporcionam no sujeito o surgimento de outros tipos de funções: as funções psicológicas superiores, que se diferenciam das funções psicológicas elementares por serem construídas com base no contexto social e serem controladas pelo indivíduo. Para o autor, a relação do homem com o meio é uma relação mediada, ou seja, a relação sujeito-objeto (estímulo-resposta) deixa de ser uma relação direta e passa a ser uma relação complexa a partir de um estímulo auxiliar, através dos elementos mediadores: instrumentos e signos.

Vygotsky (1989) considera que através da interação com indivíduos mais experientes a criança vai desenvolvendo uma capacidade simbólica e torna-se mais consciente da sua própria experiência, aprimorando a fala interior, o pensamento reflexivo e o comportamento voluntário.

Vale ressaltar que para ao autor o surgimento das funções psicológicas superiores depende da existência das funções psicológicas elementares, porém, a existência de funções psicológicas elementares não garante o surgimento das funções psicológicas superiores, uma vez que o desenvolvimento depende do contexto social no qual o sujeito está inserido. Entre os processos psicológicos superiores, estão a percepção, atenção e memória, e Vygotsky relaciona esses fatores à aprendizagem e ao desenvolvimento.

Segundo Silva (2009), os dois elementos mediadores (signos e significados) comentados anteriormente são diferentes.

O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza, como, por exemplo, uma alavanca ou uma polia (...) Já os signos, agem como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. (SILVA, 2009, p. 11).

Para Vygotsky (1989), o instrumento é um objeto social e mediador entre o indivíduo e o mundo e os signos são recursos que auxiliam os processos psicológicos e trazem algum significado implícito, por exemplo, fumaça representa fogo. E o sistema construído coletivamente composto por signos e ferramentas são fundamentais para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores,

distinguindo o homem dos outros animais, possibilitando que o sujeito tenha maior controle sobre a sua atividade.

Com base em Vygotsky (1989), Silva (2009) ratifica que o sujeito, ao interagir com o mundo, utiliza-se de símbolos e à medida que internaliza os signos que controlam as atividades psicológicas, ele cria os sistemas simbólicos que são as estruturas de signos articuladas entre si. E o uso de sistemas simbólicos, como a linguagem, é o que favoreceu o desenvolvimento do homem ao longo da história. Vygotsky ainda enfatiza a importância da linguagem na estrutura do pensamento, bem como na aprendizagem e aprimoramento das funções psicológicas como a memória, atenção e formação de conceitos.

Silva considera que:

A aprendizagem nessa teoria é um evento social que ocorre através da interação dos indivíduos ao meio em que está inserido, adquirindo informações, habilidades, atitudes e valores a partir de seu contato com a realidade, o meio-ambiente, e as outras pessoas. É um processo que se diferencia das posturas inativistas e dos processos de maturação do organismo e das posturas empíricas que enfatizam a supremacia do meio no desenvolvimento. (SILVA, 2009, p. 13).

Vygotsky (1998), ao analisar a capacidade de aprendizagem e o processo de desenvolvimento, definiu dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real, neste nível estão todas as capacidades que já foram adquiridas ou formadas. E o nível de desenvolvimento potencial, onde estão as funções em processo de amadurecimento, que serão reais depois de internalizadas os processos, que pode ser medida pela capacidade de resolver problemas mediadas por uma pessoa mais experiente. E a diferença entre os dois níveis ele chamou de zona de desenvolvimento proximal. Fato ilustrado na FIGURA 17 abaixo.

FIGURA 17 – ZONA DE DESENVOLVIMENTO REAL



FONTE: SILVA (2009, p. 16)

Salienta-se que a zona de desenvolvimento proximal é uma zona de desenvolvimento em movimento, pois muda conforme o sujeito atinge um nível mais elevado de desenvolvimento. O que ele faz, hoje, com auxílio, amanhã passa a fazer de maneira independente, sendo capaz de aprender novos conceitos e habilidades mais complexas, fazendo com que um novo nível de desenvolvimento proximal apareça.

De acordo com Vygotsky (1998, p. 101), “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer”. O que atribui ao professor um papel essencial no processo de aprendizagem, visto que é o elo entre o conhecimento e o estudante e é quem pode identificar a zona de desenvolvimento proximal do estudante, ao observar o estudante na execução de suas atividades, compreendendo o que ele já sabe e o que é capaz de fazer sob a orientação docente hoje, e amanhã vir a fazer sozinho. Assim, é possível otimizar o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos estudantes, pois anteciparia a consolidação do conhecimento e conseqüentemente o processo de aprendizagem. Afinal, para o autor o desenvolvimento do sujeito precede a aprendizagem.

Ainda, para o autor, as brincadeiras não são atividades inatas da criança, mas ações aprendidas nas relações interpessoais e sociais; e, é através do brinquedo que a criança aprende a agir, estimulando a autoconfiança, a curiosidade e possibilitando desenvolvimento da atenção, linguagem e do pensamento.

Assim, a brincadeira ou o brinquedo é um processo de aprendizagem sociocultural, um ponto importante no desenvolvimento, pois cria uma zona de desenvolvimento proximal na criança, permitindo que ela reaja além do comportamento habitual para a sua idade, fornecendo estrutura para mudanças da necessidade e da consciência. E, é através das brincadeiras ou do brinquedo que surgem as regras, as divisões de tarefas, as tomadas de decisão, a criatividade e o sujeito descobre suas competências e possibilidades.

Com base nos elementos mencionados anteriormente, é possível concluir que a aprendizagem se dá através da troca entre os indivíduos com capacidades diferentes e através da interação, ou seja, sujeitos mais experientes podem se desenvolver em relações de aprendizagem com sujeitos menos experientes uma vez que pela sua atividade, o sujeito põe-se em contato com o meio de maneira

dialética, ou seja, ao mesmo tempo que atua sobre ele transformando-o se transforma. Portanto, os dois níveis de desenvolvimento se diferenciam pela capacidade do sujeito de realizar de maneira independente ou com a ajuda de outra pessoa mais experiente. E que a brincadeira traz vantagens sociais, cognitivas e afetivas. Dos estudos de Vygotsky sobre o desenvolvimento humano, sucederam estudos de Leontiev, o qual buscou explicitar que o desenvolvimento se dá na medida em que o sujeito é colocado em atividade, conceito muito importante para a psicologia histórico-cultural e que materializou os referenciais da Teoria da Atividade que será mencionada adiante.

3.2 O DESENVOLVIMENTO DO SUJEITO À LUZ DE LEONTIEV

Na década de 70, as investigações do psicólogo Alexei Nikolaevich Leontiev, inspirado nas pesquisas de Vygotsky, o levaram a escrever sobre a natureza sócio-histórica da psique humana, assim com a importância da teoria marxista no desenvolvimento social. Neste processo, Leontiev (1983) se preocupou com as questões referentes ao pensamento, inclusive diferenciando o pensamento da consciência, salientando que o conceito de consciência é mais amplo que o conceito de pensamento e que a consciência não pode ser deduzida do pensamento, mas considerada como uma reação é a percepção mais a memória, mais as habilidades e as experiências emocionais, sendo a soma dos processos do pensamento. E por isso, o autor se preocupou com a formação integral da consciência, entendendo a educação como um processo, não somente como repasse de conhecimentos às crianças, mas também como possibilidade formativa de sua personalidade e suas relações com a realidade.

Leontiev e Alexander Romanovich Luria foram os responsáveis pelo emprego do nome Teoria da Atividade. De acordo com Silva (2009), atividade é a tradução da palavra russa *deyatel'nost* e essa palavra tem um significado muito mais profundo do que a palavra „atividade” conhecida usualmente, pois dentro da psicologia soviética a palavra *deyatel'nost* significa uma "unidade organizacional para a realização de uma função mental" (SILVA, 2009, p. 20) ainda segundo o autor:

a Teoria da Atividade oferece subsídios teóricos para compreender o contexto e o funcionamento do trabalho colaborativo ao trazer a

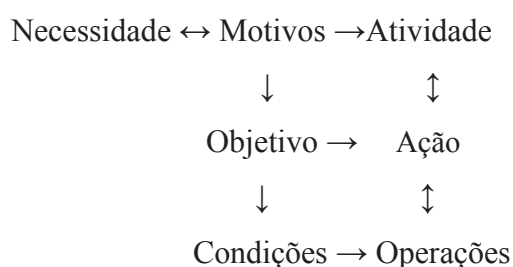
possibilidade de análise a partir dos seus elementos constitutivos: o objeto, o sujeito, a comunidade, a divisão de trabalho e as regras. (SILVA, 2009, p.20).

Para Leontiev (1983), o sujeito se transforma e se desenvolve quando está em atividade, a partir de situações sociais concretas. É quando o sujeito movido por uma motivação busca satisfazer as suas necessidades, por meio de ações conscientes que o levem a atingir seus objetivos, isto é, através das operações relacionadas aos objetos que respondem às necessidades do sujeito. Para o autor, as necessidades do sujeito norteiam as ações para atingir o objetivo e o objetivo coincide com o motivo da atividade.

Salienta-se que o sujeito é fruto das transformações de sua atividade, num movimento em que as necessidades geram atividade e ao serem satisfeitas podem gerar novos objetos e necessidades. É possível dizer que uma atividade pode estar associada à diferentes ações, ou que uma ação pode ser útil a diferentes atividades.

Os elementos mencionados anteriormente da estrutura da atividade proposta por Leontiev (1983) foram sintetizados por Cedro (2008) e apresentados por Ribeiro (2011) na compreensão da estrutura da atividade humana conforme a FIGURA 18 abaixo:

FIGURA 18- ESTRUTURA DA ATIVIDADE HUMANA



FONTE: CEDRO (2008, p. 27).

Os conceitos utilizados na FIGURA 18 podem ser revelados durante uma situação de aprendizagem se o objetivo for mostrar que o sujeito está em atividade.

Com relação às noções de ação e operação, faz-se importante:

reforçar que uma operação não é simplesmente um ato mecânico que é aprendido como tal. Para que a operação possa ser trazida à consciência, quando diante de uma situação-problema, é fundamental que ela tenha se formado inicialmente como ação, processo em que cada movimento é consciente para o sujeito, e somente depois transformado em prática automatizada. Caso a operação não tenha percorrido esse processo, não sendo consciente, permanece estanque, vinculada apenas à situação na qual foi aprendida. Não é efetivamente de domínio do sujeito, pois não pode ser acionada conscientemente diante de outra situação. (SFORNI, 2004, p. 102).

Ribeiro (2011, p. 49) ressalta que quando determinada ação é dominada durante a atividade se transforma em uma operação, ou seja, as ações passam “à condição de operações, dando lugar à novas ações, produzidas, necessariamente, por novos motivos e necessidades”. Asbahr (2005) afirma que “uma necessidade só pode ser satisfeita quando encontra um objeto; a isso chamamos de motivo. O motivo é o que impulsiona uma atividade, pois articula uma necessidade a um objeto.” (ASBAHR, 2005, p. 110).

Sforni (2004) ratifica que:

1. para que uma ação tenha significado para o sujeito, é necessário que ela seja produzida por um motivo;
2. para que as ações passem para um lugar inferior na estrutura da atividade, tornando-se operações, é preciso que novas necessidades ou motivos exijam ações mais complexas;
3. para que, subjetivamente, o sujeito sinta novas necessidades ou motivos que o estimulem a agir em um nível superior, é preciso que esteja inserido em um contexto que produza, objetivamente, a necessidade de novas ações;
4. para que uma operação seja automatizada de forma consciente, é necessário que ela se estruture inicialmente na condição de ação. (SFORNI, 2004, p. 104).

Ainda, seguindo a autora, caso a operação não tenha percorrido esse processo “não sendo consciente, permanece estanque, vinculada apenas à situação na qual foi aprendida. Não é efetivamente de domínio do sujeito, pois não pode ser acionada conscientemente diante de outra situação” (SFORNI, 2004, p. 102).

Existe um movimento neste processo de descoberta e interação com o mundo ao redor, os motivos que levam o sujeito a estar em atividade, bem como os sentidos. Há uma associação entre significado e sentido, “se considerarmos o significado como sendo o conteúdo da ação e o sentido como sendo as ligações entre esse conteúdo e o conjunto da atividade” (DUARTE, p. 58, 2004). Nota-se que:

O desenvolvimento de sua consciência encontra expressão em uma mudança na motivação de sua atividade; velhos motivos perdem sua força estimuladora, e nascem os novos, conduzindo a uma reinterpretação de suas ações anteriores. A atividade que costumava desempenhar o papel principal começa a se desprender e a passar para um segundo plano. Uma nova atividade principal surge, e com ela começa também um novo estágio de desenvolvimento. Essas transições, em contraste com as mudanças intraestágios, vão além, isto é, de mudanças em ações, operações e funções para mudanças de atividades como um todo. (LEONTIEV, p. 82, 2010).

Já foi mencionado e ratificado por Duarte (2004) que o sujeito estar em atividade pressupõe relações coletivas, de interação com seus pares e que são as relações sociais que dão sentido à atividade, dando motivos às ações.

Ressalta-se que as condições vivenciadas pelo sujeito influenciam o seu desenvolvimento psicológico, sendo que em cada fase da vida ele tem uma atividade principal com características particulares, pois o “desenvolvimento psíquico caracteriza-se por uma relação explícita entre a criança e a realidade principal naquele estágio e por um tipo preciso e dominante de atividade.” (LEONTIEV, p. 64, 2010). Levando em consideração essa proposição, o autor definiu que o jogo constitui a atividade principal na infância, o estudo na adolescência/ juventude e o trabalho na vida adulta. E acrescentou que:

A atividade principal é então a atividade cujo desenvolvimento governa as mudanças mais importantes nos processos psíquicos e nos traços psicológicos da personalidade da criança, em um certo estágio de seu desenvolvimento. (LEONTIEV, p. 65, 2010).

Considerando que a mudança de um estágio para outro está associada a alguma necessidade interior que surge e que novas ações aparecem para desenvolver habilidades neste movimento podem surgir crises, pois:

As crises não são absolutamente acompanhantes do desenvolvimento psíquico. Não são as crises que são inevitáveis, mas o momento crítico, a ruptura, as mudanças qualitativas no desenvolvimento. A crise, pelo contrário, é a prova de que um momento crítico ou uma mudança não se deu em tempo. Não ocorrerão crises se o desenvolvimento psíquico da criança não tomar forma espontaneamente e, sim, se for um processo racionalmente controlado, uma criação controlada. (LEONTIEV, p. 67, 2010).

Esse movimento dependerá do motivo, ou seja, da necessidade da atividade. Faz-se importante explicitar a existência dos motivos compreensíveis e dos motivos eficazes, uma vez que Leontiev (2010, p. 70) conceitua que “só motivos

compreensíveis tornam-se motivos eficazes em certas condições, e é assim que novos motivos surgem e, por conseguinte novos tipos de atividade”. A transformação do motivo se dá em função da ação ser mais significativa que o motivo que realmente a induziu, os motivos compreensíveis existem na consciência do sujeito, mas não são psicologicamente eficazes. Por exemplo, a criança que faz a tarefa para poder brincar, ela começa fazendo conscientemente as lições para sair rapidamente, porém no fim ela percebe que também poderá obter uma nota boa. Neste momento, ocorre “uma nova objetivação de suas necessidades, o que significa que elas são compreendidas em um nível mais alto” (LEONTIEV, 2010, p. 71).

Ainda segundo o autor, o propósito de uma ação pode ser percebida de maneiras diferentes de acordo com qual é o motivo que está em conexão com ela, desta forma o sentido da ação também muda para o sujeito. “Dependendo de que atividade a ação faz parte, a ação terá outro caráter psicológico” (LEONTIEV, 2010, p. 71).

Daniels (2003) comenta sobre a importância da ação no processo cognitivo, a heterogeneidade dos processos psicológicos e a questão social, mas também aponta algumas fraquezas como: a minimização da ação individual e a falta de clareza de como a atividade organiza os seus processos.

Faz parte do senso comum que o homem é um ser em constante aprendizagem e que seu papel social acarreta obrigações a serem desempenhadas, para Leontiev (2010) estas responsabilidades também diferenciarão as fases do desenvolvimento, é importante observar o desenvolvimento psíquico e a atividade „principal” desempenhada, pois se não houver o desenvolvimento psíquico o sujeito estará numa atividade geral e o interesse, neste momento, é que o sujeito esteja em atividade de ensino. Para tal, é relevante trazer o ambiente escolar como pano de fundo das situações a serem vivenciadas e o pensamento teórico como meta a ser alcançada, a “formação do indivíduo é sempre um processo educativo, podendo este ser direto ou indireto, intencional ou não intencional, realizado por meio de atividades práticas ou de explanações orais” (DUARTE, 2004, p. 51), por isso a próxima seção trará a compreensão do conceito de professor em atividade de ensino.

3.3 O PROFESSOR EM ATIVIDADE DE ENSINO

A curiosidade faz parte da natureza humana e o conhecimento é construído ao longo do tempo como respostas às necessidades encontradas nos diferentes momentos. Através de esforços coletivos foi sendo passado de geração em geração, bem como continuará inspirando e modificando o comportamento e as descobertas humanas. Por meio da imitação, da observação e da linguagem a cultura foi perpetuada na prática pela sociedade.

Em concordância com a teoria já mencionada, o sujeito está em atividade se o processo de interação com o mundo satisfaz uma necessidade especial e as ações incentivam o sujeito a cumprir a atividade, satisfazendo os motivos das necessidades iniciais. Neste momento, olhar-se-á para o professor em atividade de ensino, pois ao observar o ambiente escolar é possível perceber que alguns fenômenos interferem diretamente no ensino e na aprendizagem, sendo ao mesmo tempo desafios a serem superados. Aulas descontextualizadas, desinteresse dos estudantes, baixo desempenho escolar dos alunos, a falta de motivação nos sujeitos envolvidos no processo, a formação deficiente dos professores, a indisciplina e a violência presente nas escolas são alguns destes fenômenos.

Ao compreender que “questionar a educação tem sido questionar a escola e, portanto, as ações que têm por objetivo a unidade formadora do aluno: as atividades de ensino.” (MOURA, 1996, p. 29) é importante pensar o ambiente escolar como um espaço para a busca de soluções de situações problemas, assim como um espaço propício para a perpetuação do conhecimento e compreendendo o coletivo como um facilitador de aprendizagem e faz-se necessário conhecer o sujeito que estará envolvido, assim como qual é a intencionalidade do professor ao propor uma atividade de ensino.

A atividade, [...] é do sujeito, é problema, desencadeia uma busca de solução, permite um avanço do conhecimento desse sujeito por meio do processo de análise e síntese e lhe permite desenvolver a capacidade de lidar com outros conhecimentos que vai adquirindo à medida que desenvolve a sua capacidade de resolver problemas. (MOURA, 2000, p. 35).

Cabe ao professor construir uma atividade com intencionalidade, pois é ele quem “opta por conteúdos que tenham potencialidade de impacto na formação do aluno” (MOURA, 2000, p. 18), afinal é sua responsabilidade planejar ações que

permitam a tomada de consciência pelo estudante de que o objeto principal deva ser aprender o conhecimento teórico, através dos conteúdos envolvidos em situações de aprendizagem. Explicitando o papel do professor como responsável em criar ações que permitam que o estudante se desenvolva teoricamente, que o torne objeto principal da situação desencadeadora de aprendizagem e assim a atividade de ensino aconteça realmente.

Com base nos pressupostos citados anteriormente, as ações planejadas e organizadas devem fazer parte da prática norteadora do professor e como são coletivas são mediadas pelo mesmo. Essas ações devem levar o estudante a alcançar seu objetivo dentro da atividade e a satisfazer a sua necessidade de aprender. É bom que o professor organize “as ações pedagógicas de maneira que os sujeitos interajam entre si e com o objeto de conhecimento” (MOURA, 2001, p. 159) e a:

Atividade de ensino deve conter em si a formação do professor que toma o ato de educar como uma situação-problema, já que esta possui o elemento humanizador do professor: a capacidade de avaliar as suas ações e poder decidir por novas ferramentas e novas estratégias na concretização de seus objetivos. (MOURA, 1996, p. 36).

Em Davidov (1998), tem-se que:

Esses três componentes (tarefas de estudo, ações de estudo, autoavaliação e regulação) trabalhados de forma integrada, e mediados pela ação do professor, permitem que o estudante se aproprie de conceitos historicamente construídos, de forma sistematizada e intencional, e se desenvolva intelectualmente com vistas ao pensamento teórico. (DAVIDOV, 1998, p. 98).

Uma possibilidade para que seja uma atividade de ensino é quando o professor estrutura o ensino de modo que os sujeitos interajam em busca da solução de uma situação-problema de maneira interativa, compartilhando suas experiências significativas, mediadas pelo conteúdo. Nessa organização do ensino, faz-se necessário que o professor considere que:

Ensinar tem ações: define o modo ou procedimentos de como colocar os conhecimentos em jogo no sistema educativo; e elege instrumentos auxiliares de ensino; os recursos metodológicos adequados a cada objetivo e ação (livro, giz, computador, ábaco, etc.). E, por fim, os processos de análise e síntese, ao longo da atividade, são momentos de avaliação permanente para quem ensina e aprende. (MOURA, 2001, p.155).

Neste contexto, o professor é o responsável pelo processo e pelas ações a serem desenvolvidas para que o estudante esteja em atividade, salienta-se que o professor também é um sujeito neste movimento de ensino e de aprendizagem, numa relação dialética da práxis pedagógica, por isso, é importante que se desperte no docente o pensamento histórico-cultural para que suas práticas estejam de acordo com a teoria e possam ser uma possibilidade facilitadora de aprendizagem. Para Davidov (1998), p. 116, “a atividade é orientadora por conta da ação do professor e da reorganização constante das ações por meio da contínua avaliação”.

Enfim, estar em atividade de ensino é uma relação entre sujeito e objeto (de ensinar), mediado pelo professor que deve conduzir as ações necessárias para que a necessidade seja satisfeita. Se não há articulação entre necessidade, objeto, sentido e ações, a atividade escolar torna-se instrumental e até mesmo alienante, pois não traz nenhum significado ao estudante, reduzindo a vivência do sujeito apenas a uma experiência social. Quando professor e estudante estão em atividade tem-se a riqueza desta experiência complexa, pois há desenvolvimento cognitivo em todos os envolvidos e eles estarão numa efetiva atividade pedagógica.

Moura (1996) defende o elemento humanizador do professor durante o ato de educar o que transforma a experiência em algo complexo, pois traz a capacidade de avaliar as suas ações, podendo decidir por novas ferramentas e novas estratégias na concretização de seus objetivos e também foi o primeiro a propor a Atividade Orientadora de Ensino (AOE) como uma possibilidade formadora que coloca os envolvidos em atividade. Na próxima seção, um breve comentário sobre essa possibilidade.

3.3.1 Atividade Orientadora de Ensino

A partir da Teoria da Atividade de Leontiev, da Teoria Histórico- Cultural de Vigotski, Moura propõe a Atividade Orientadora de Ensino (AOE) como uma possibilidade de organização do ensino que pode contribuir para a superação de alguns dos desafios comentados anteriormente, desta maneira:

A AOE, como expressão da unidade entre teoria e prática, é composta por conteúdos, objetivos e métodos dimensionados pelas interações histórico-culturais dos três elementos fundamentais do ensino: o objeto do conhecimento, o professor e o estudante. Na AOE, a presença destes três elementos é fundamentada no materialismo histórico-dialético, o que implica

superar uma relação unívoca entre eles. Essa superação dá-se à medida que a atividade de ensino e aprendizagem possibilita a apropriação dos conceitos em um movimento semelhante ao de sua dinâmica original de produção, ou seja, de seu movimento lógico e histórico. O lógico reflete o histórico de forma teórica. (MOURA; SFORNI; ARAÚJO, 2011, p. 40).

Moura (1996, 2001, 2010) define a atividade orientadora de ensino a partir de um problema desencadeador de aprendizagem oriundo de uma história virtual ou de um jogo ou de uma situação do cotidiano, propiciando a apropriação do conceito e que objetiva à formação do pensamento teórico. Ou seja, a partir de um problema desencadeador, o sujeito busca as ferramentas intelectuais para resolvê-lo e estabelece as condições mais favoráveis para o desenvolvimento das soluções.

A atividade orientadora de ensino mantém a estrutura da atividade proposta por Leontiev, ao indicar uma necessidade (apropriação da cultura), um motivo real (apropriação do conhecimento historicamente acumulado), objetivos (ensinar e aprender) e propor ações que levem o sujeito ao seu objetivo escolar (MOURA et al, 2010, p. 96). Nesse processo, a apropriação pelo sujeito das formas sociais de realização dessa atividade dá-se de forma mediada e significada, uma vez que se opera com signos e instrumentos, construídos historicamente, cujos significados são sociais e aos quais são atribuídos sentidos pessoais (LEONTIEV, 1983; MOURA et al., 2010).

Moraes (2008) adota a atividade orientadora de ensino como base teórico-metodológica para a organização do ensino e explicita algumas das características: “a intencionalidade pedagógica; a situação desencadeadora de aprendizagem; a essência do conceito; a mediação é condição fundamental para o desenvolvimento da atividade; a necessidade do trabalho coletivo” (MORAES, 2008, p. 232)

Já Ribeiro (2011) destaca a potencialidade da atividade orientadora de ensino como referencial ao se observar algumas de suas características principais como a intencionalidade na ação educativa, a atividade como coletividade educativa e a situação desencadeadora com o objetivo de aproximar sujeitos de um determinado conteúdo. Panossian e outros (2017), ao analisar a organização do ensino destaca a importância do trabalho coletivo, o compartilhamento de ações na atividade de ensino, a intencionalidade e o caráter orientador do planejamento. Bem como destaca

que tomar a Atividade Orientadora de Ensino como fundamento teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas em educação, em especial as que têm como o foco o professor, implica em investigar modos

de compreender o fenômeno educação em movimento, tendo como meta a compreensão acerca da organização do trabalho do professor visando uma educação humanizadora. (PANOSSIAN et al, 2017, p. 17).

Ratifica-se que a AOE, definida por Moura (1996, 2001, 2010), se efetiva a partir da organização de um problema desencadeador de aprendizagem que favorece o aprendizado, através das relações coletivas os sujeitos trocam conhecimentos do mais experiente para o menos experiente. Ressalta-se a responsabilidade mediadora de quem ensina, como elemento importante do desenvolvimento, que por sua vez está em constantes transformações e cabe aqui registrar que um dos desafios é exatamente aproximar quem ensina de quem aprende, sendo que quem ensina também aprende e é neste movimento que o professor ao estar em atividade de ensino, supera desafios e se constitui professor.

Em concordância com a teoria até aqui estudada, na próxima seção, olhar-se-á a coletividade, pois é um dos elementos que influenciam a organização do ensino e está presente de modo central no entendimento da AOE como base teórico- metodológica para o ensino.

3.3.2 Coletividade: uma possibilidade formativa

Olhar a coletividade como uma possibilidade formativa é uma premissa a partir do que foi explicitado nas seções 3.1 e 3.2, visto que o conhecimento se desenvolve a partir da relação do homem com o mundo, mediado pelo uso de novos instrumentos, ou seja, o desenvolvimento do sujeito se dá do coletivo para o individual e que toda atividade tem um motivo e as ações levam o sujeito a satisfazer uma necessidade segundo Vygotsky (1998) e Leontiev (1983). Nesta pesquisa, a coletividade é um elemento relevante, uma vez que as situações de aprendizagem do projeto de robótica da rede municipal de Curitiba acontecem em grupo, por isso pesquisou-se as obras de Makarenko (1986), Petrovski (1986) e Rubtsov (1996) no intuito de encontrar subsídios que caracterizassem o conceito da coletividade em consonância com a teoria adotada e que possibilitassem posterior análise de associações com as situações de aprendizagem durante o projeto de robótica acompanhado.

Rubtsov (1996) considera que um dos elementos para ser uma atividade é que ela seja coletiva, então, um dos objetivos das ações a serem desenvolvidas é

permitir que os sujeitos vivenciem a resolução de problemas coletivamente, de maneira colaborativa e significativa, permitindo que os sujeitos envolvidos estejam em atividade. Ou seja, se a experiência tem ações que atribuem sentido e significado ao sujeito, o mesmo estará em atividade. Salienta-se que determinadas ações, apesar de acontecerem no coletivo, não atribuem significado ao sujeito, portanto, o mesmo não estará em atividade.

É necessário compreender que o conceito de atividade designa alguns elementos como essenciais: as necessidades, os motivos, os objetivos, os problemas, as ações e as operações. E quando se preocupa com a atividade de aprendizagem, “então, estes processos de aquisição tornam-se o objetivo direto e o problema a ser resolvido por essa atividade” (RUBTSOV, 1996, p. 130). E é composta por dois elementos muito importantes o problema e a ação, pois ao resolver o problema de aprendizagem o sujeito estabelece relações entre as ações e o modo de analisar um objeto. Rubtsov (1996) afirma que:

Essa resolução pede que um dado modelo de ação seja transformado em uma base, que constitui a orientação comum para completar as ações concretas relativas a uma classe de problemas; procedimento que resulta na transformação do aluno em si, através de uma autotransformação, uma vez que ele modifica, então, os modos de funcionamento e de regulação das suas próprias ações e adquire novos modos de orientação das suas ações no interior do sistema de situações que o cerca. (RUBTSOV, 1996, p. 133).

O autor também estabelece ações que favorecem a aprendizagem, bem como sugere dois modelos de organização das atividades coletivas: na primeira, o sujeito resolve o problema sozinho e depois, no coletivo, escolhe a melhor solução; na segunda maneira, aprimora resultados obtidos pelos pares. As duas maneiras devem levar o sujeito “à resolução do problema comum, à criação de um resultado comum, à identificação das características materiais de um objeto concreto e das formas gerais de sua transformação” (RUBTSOV, 1996, p. 135).

Makarenko (1986) explicita como o processo educativo norteia a vida do sujeito e considera que as questões da educação não podem ser limitadas às questões do ensino, uma vez que não se restringe à sala de aula, mas acontece em cada metro quadrado da terra. O autor, durante a obra, explicita a importância de uma coletividade e a dificuldade em tê-la coesa, além disso, explica como a influência da família pode ser um fator negativo neste processo, já que é mais fácil

influenciar o aluno através da organização educacional- estatal e, por consequência, atingir a organização doméstica, que é a família. E, finaliza fazendo a relação do trabalho com o ensino e considera que “o trabalho sem um ensino que marche a par, sem uma educação política e social que o acompanhe, não produz efeito educativo algum e converte-se num processo neutral” (MAKARENKO, 1986, p. 56). O que permite concluir que a importância do ensino é de estar inserido na vida social e política na formação do sujeito.

Ao ler Petrovski (1986), é latente o zelo com que olha a coletividade, ao ponto de se preocupar em conhecer quais são os motivos pelos quais determinados membros do grupo manifestam simpatia por determinada pessoa do grupo e antipatia por outra. O autor expõe que, ao analisar um grupo pequeno pelos fenômenos emocionais e psicológicos, pode-se não analisar as questões de interações sociais que influenciam no desenvolvimento da atividade, o que reforça a criação da teoria de atividade de grupo, que reflete de maneira adequada as verdadeiras fontes de integração e as regularidades do desenvolvimento dos sistemas sociais e, conseqüentemente, dos sujeitos envolvidos.

Em virtude de Petrovski (1986) estabelecer critérios determinantes de um grupo, os mesmos serão utilizados na construção de um quadro comparativo entre os autores citados. Para este autor, a qualidade do grupo é resultado de sua prática comunicativa, das relações emocionais e psicológicas que se formam, de maneira geral, a partir das inter-relações e atos comunicativos durante a atividade. Ao analisar um pequeno grupo como uma comunidade emocional-psicológica, é possível determinar algumas regularidades em sua dinâmica de interação e, que tão importante quanto o contato entre eles, é a unidade ideológica e o grau de conscientização das tarefas e dos objetivos da atividade. Na obra, o autor revela as relações de dependência nas quais o êxito ou fracasso da atividade do aluno depende da efetividade pedagógica do professor, o que permite inferir a importância do papel do professor na organização do ensino.

A psicologia norte-americana utiliza-se de um teste para medir a coesão, uma fórmula fornece a porcentagem a partir das seleções mútuas, número de interações, quantidade de seleções e número total de membros do grupo, o que permite quantificar a coesão. Vários psicólogos sociais se interessam primeiramente pelas qualidades pessoais constituídas socialmente, como a orientação, os motivos, as normas, as orientações de valores que por sua vez formam a personalidade do

sujeito. Ter essa compreensão facilita compreender o sujeito, bem como a sua conduta no grupo, tanto social como de trabalho. Petrovski (1986) considera a coesão como o critério de grupo mais importante.

Ainda em Petrovski (1986), encontra-se comentários sobre a pesquisa feita por Dontsov que uniu a concepção sócio- psicológica dos grupos e coletivos à teoria psicológica geral da atividade, ressaltando a importância de se definir o objeto para estar em atividade conforme os pressupostos de Leontiev.

Segundo Makarenko (1986), p. 135:

Uma coletividade não é simplesmente uma reunião nem um grupo de indivíduos que cooperam entre si. Uma coletividade é um conjunto de pessoas norteadas num sentido determinado, um conjunto de pessoas organizadas que têm à sua disposição os organismos da coletividade.

Assim, como para Petrovski (1986), Makarenko (1986) cita a grande importância e responsabilidade da metodologia adotada pelo professor para a organização do processo educativo, da mesma forma que deve ser qualificada e planejada.

O QUADRO 5 foi construído a partir dos critérios estabelecidos por Petrovski (1986) ao caracterizar um grupo coeso, partindo-se desses parâmetros elaborou-se um comparativo com as obras de autores já citados.

QUADRO 5 – CRITÉRIOS PARA UMA COLETIVIDADE

Crítérios que podem caracterizar um grupo-coletividade	Petrovski (1986)	Makarenko (1986)	Rubtsov (1996)
Frequência de interação	x	x	
Atos comunicativos-conteúdo e maneira que acontece	x	x	x
Coesão	x	x	
Produtividade-resultados dependem da qualidade do trabalho de cada um	x	x	x

Estabilidade da estrutura	x	x	
Capacidade de suportar a frustração	x		
Resistir às forças que podem debilitar as relações internas	x		
Responsabilidade pela causa comum	x	x	x
Um participante utiliza o ponto de vista do outro, de maneira que pode transformar-se em condição de trabalho coletivo	x	x	x
Tradição- fortalece a coletividade e é trabalho educativo		x	

FONTE: a autora (2018).

Acredita-se que o QUADRO 5 contribui com a pesquisa, uma vez que facilmente os parâmetros podem ser percebidos durante os encontros de robótica em que se situa essa pesquisa.

Evidencia-se que nas obras de Makarenko (1986) e Rubtsov (1996) é possível elencar algumas ações práticas que acontecem nos grupos que já atendem aos critérios estabelecidos no QUADRO 5. Como as ações salientadas podem ser investigadas durante o projeto de robótica da Rede Municipal de Educação, entendeu-se relevante construir o QUADRO 6 a partir destas características de ações ao mesmo tempo que as procurava na obra de Petrovski (1986).

QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS PRESENTES NA COLETIVIDADE

Destaque	Petrovski (1986)	Makarenko (1986)	Rubtsov (1996)
-----------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------

Organização como coletividade e do processo educativo	x	x	x
Problema que desperte interesse		x	x
Aprendizagem a partir das trocas com os mais experientes	x	x	x
Cada um sabe o seu papel	x	x	x
Exigência "cumprir aquilo que é desagradável, mas indispensável"	x	x	
Nada ensina mais do que a prática		x	x
Satisfação e alegria na realização da atividade		x	x

FONTE: a autora (2018).

Nas três obras estudadas destaca-se a compreensão de que o desenvolvimento psíquico acontece do social para o individual, a atividade coletiva, portanto, faz-se necessária para que a atividade individual aconteça, o que justifica os projetos de robótica como espaços que favorecem o aprendizado e o desenvolvimento do sujeito. Da mesma maneira, permite concluir que o papel do professor é fundamental na organização do ensino de maneira organizada e exitosa, possibilitando que os envolvidos resolvam um problema que desperte interesse e oportunize a conscientização do sujeito do seu papel e de sua responsabilidade durante a atividade de ensino, principalmente ao resolverem os desafios nas construções de modelos robóticos e na busca de soluções inovadoras para problemas reais do contexto da equipe de robótica dentro da temática do torneio da FLL.

Na seção a seguir, olhar-se-á o projeto de robótica de rede municipal de educação à luz da teoria escolhida e serão apresentados alguns elementos da teoria revelados no movimento da atividade.

3.4 OLHANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Na busca de compreender a robótica educacional à luz da Teoria Histórico-Cultural e embasar esta seção, alguns elementos do referencial teórico emergem como possibilidades de compreensão mais profunda do uso pedagógico da robótica no contexto educativo e, em particular para o ensino de matemática. Nessa direção, a presente seção intenta estabelecer possíveis conexões entre o trabalho com a robótica e a atividade pedagógica à luz da teoria.

Ao olhar o projeto de LEGO robótica, é possível perceber como os robôs trazem o lúdico ao espaço de aprendizagem e de como os estudantes estão envolvidos e motivados durante o processo, de como aprendem com os mais experientes, de como o coletivo influencia a aprendizagem e determina novos comportamentos e modos de ação. Paralelamente, os elementos da teoria de Vygotsky e os pressupostos da teoria da atividade de Leontiev, que são elementos representativos da teoria, afloram à mente.

O entendimento de que um fator desencadeador do desenvolvimento sócio-cognitivo é a dialética das interações do sujeito com o meio e seus pares, através de instrumentos ressoava e ia aos poucos constituindo a possibilidade de relacionar a Teoria Histórico-Cultural com a robótica. Com o intuito de aprofundar os estudos sobre os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, inevitavelmente a pesquisa se afastou dos pressupostos de outras possibilidades educacionais, modelos pedagógicos ou linhas teóricas como o construcionismo, ou construtivismo, ou o desenvolvimento tecnológico positivo (DTP), ou a aprendizagem criativa, ou a aprendizagem significativa, ou sala invertida e ensino híbrido, ou objetos de aprendizagem e o uso das tecnologias educacionais ou até mesmo da complexidade do pensamento.

No exercício de aproximar a robótica da teoria escolhida, considerou-se a afirmação de Vygotsky (1998) de que a aprendizagem é caracterizada pela mudança de comportamento a partir do relacionamento social, ao desenvolver habilidades e, é fato que os sujeitos que participam do projeto desenvolvem habilidades, portanto é possível considerar que essas habilidades são desenvolvidas a partir da interação com os modelos robóticos através da mediação

do professor. Ainda, segundo o mesmo autor, ao considerar que cada palavra nunca se refere a um objeto isolado, mas a todo um grupo ou classe de objetos e a formação de conceitos, e que o desenvolvimento consiste em organizá-los em um sistema, tendo como critério o grau de generalização, associada a proposição de Silva (2009) que considera que a utilização da robótica no ensino favorece um processo de apropriação cultural específico, contribuindo para a formação de um modo particular de pensar e de ver a realidade revela indícios da relação entre a robótica e a teoria adotada.

Com base na teoria, os atos de aprender e ensinar não são involuntários ou espontâneos, consistem em uma atividade a ser realizada, a partir de um motivo pelo qual o sujeito se coloca em ação a partir de uma necessidade. Para Leontiev (1983), Cedro (2008), Moura (2010), Moraes (2008), Ribeiro (2011), Panossian (2017) e outros autores, a atividade humana tem o intuito de satisfazer uma necessidade a partir da relação com seu meio social ou cultural. Em vista disso, pode-se concluir que há uma necessidade do estudante em aprender robótica devido a algum motivo. A necessidade de aprender robótica acaba sendo imposta no contexto de todos que participam do projeto de robótica em questão. Entretanto, os motivos que colocam cada estudante a aprender robótica e o professor a ensinar são individuais. Apesar disso, novos motivos podem ser formados e desenvolvidos por motivos sociais, através da vivência no projeto de robótica. Uma necessidade revelada é a participação no campeonato da FLL, mesmo sendo individuais, alguns motivos podem ser listados ao olhar para os estudantes: como a vontade real de aprender a robótica e a programar, a vontade de aprender a mexer com LEGO, a vontade de obterem bons resultados no torneio, a vontade de viajar com a equipe, a vontade de aprender mais de maneira geral e a vontade de ter mais amigos. E sob o olhar do docente: a vontade de ensinar robótica, a vontade de alcançar bons resultados no campeonato e a vontade de contribuir na formação dos estudantes.

Considerando que o estudante tem uma necessidade e a reconhece dentro do projeto, existe um motivo que associa esta necessidade ao objeto, porém o que o estudante não tem é o objeto do conhecimento específico, a matemática, por exemplo. E o desafio da pesquisa perpassa em compreender qual ou quais ações do professor podem trazer os elementos da matemática para que os sujeitos se desenvolvam, saindo da zona de desenvolvimento proximal para alcançar o desenvolvimento real. Uma vez que o papel do professor tem como objetivo o

desenvolvimento psíquico do estudante, então é ratificada a importância do planejamento das ações que coloquem o mesmo em atividade, para que através das experiências coletivas o mesmo tome consciência das ações e perceba a necessidade da atividade, dando sentido aos processos vivenciados.

Expostos alguns motivos que colocam os sujeitos em atividade durante o projeto de robótica da rede e baseada na THC, será apresentado no capítulo 5 alguns recortes que apresentam as ações que revelam as contribuições ou possibilidades no movimento da atividade.

Salienta-se que dentro da perspectiva sócio- histórica é possível considerar o software e os protótipos robóticos utilizados durante o projeto de robótica da rede como mediadores da cultura, em virtude dos conceitos robóticos serem objetos que favorecem o desenvolvimento de novos conceitos e nesse movimento podem ser vistos como ferramentas do desenvolvimento, visto que favorecem uma mudança na forma de lidar com o objeto, avançando de uma perspectiva empírica para uma forma teórica de pensar. Na busca por satisfazer as necessidades e estabelecer as operações que contribuem para que a robótica cumpra seu papel no ensino, o professor toma consciência e percebe que determinadas ações fazem com que os estudantes se apropriam destas operações, pois podem ser acionadas conscientemente em outras situações, afinal conforme Sforni (2004) se a operação não é consciente, permanece estanque, vinculada apenas à situação na qual foi aprendida.

Nesse processo de formação de conceitos, o professor, como mediador, deve propiciar a expressão, a comunicação da diversidade de símbolos, significados, valores, atitudes, sentimentos, expectativas, crenças e saberes, habilidades, qualidades ou características estas que estão presentes ao se construir um protótipo robótico. O contato com esse contexto específico pode favorecer a criação de ZDP para diversos conteúdos científicos estruturados pela robótica. (SILVA, 2009, p. 70).

A autora ratifica que a robótica proporciona duas faces de uma mesma realidade: “uma ferramenta física, como ferramenta de trabalho, e uma simbólica, pois a robótica é constituída de sistemas simbólicos como a matemática, a linguagem, a física, a mecânica, dentre outras que a constitui” (SILVA, 2009, p. 70).

Nesse contexto, Neto, Brito e Moura (2016) afirmam que:

Os equipamentos de robótica educacional surgem dentro de uma perspectiva sócio- interacionista, como instrumentos que mediam o contato do estudante com o mundo que o cerca. Dando-lhe a capacidade de realizar comparações, fazer analogias e participar de atividades em grupo que ajudam a perceber novas concepções de mundo. (NETO; BRITO; MOURA, 2016, p. 4).

Os autores acima citados consideram que utilizar a robótica associada às fontes teóricas de estudiosos como Vygotsky, Leontiev e Davidov contribuem para a melhoria do ensino e aprendizagem a partir de uma perspectiva de abordagem do conhecimento mais expressiva.

Ao considerar a intencionalidade pedagógica do professor que conduz as situações de aprendizagem, durante o projeto de robótica da rede municipal de Curitiba, é relevante considerar que “um dos pontos fortes da teoria da atividade é que ela faz a ponte entre o sujeito individual e a realidade social - ela estuda ambos através da atividade de mediação” (SERRÃO, 2004, p. 122).

Outro elemento a ser considerado nesta investigação é olhar a equipe de robótica sob os critérios estabelecidos por Petrovski, critérios organizados no QUADRO 5 e apresentados anteriormente, em virtude de poder revelar as particularidades da comunicação interpessoal durante o projeto e qual é a influência destas relações no desenvolvimento dos sujeitos, ratificando as proposições da THC no quesito do desenvolvimento individual a partir do social, no contexto do desenvolvimento de projetos de robótica.

Partindo do reconhecimento desses aspectos aqui destacados e da importância de que as ações num projeto de robótica sejam intencionalmente organizadas na direção do desenvolvimento dos sujeitos é que se tem o presente referencial como um caminho teórico-metodológico para a pesquisa e para o processo de análise.

4 METODOLOGIA

À luz das premissas da Teoria Histórico-Cultural, considerar-se-á a robótica educacional como um componente constitutivo de uma prática pedagógica, uma vez que pode ser uma forma de aplicação da zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (1998), por considerar o desenvolvimento cognitivo do sujeito de maneira colaborativa em seu contexto sócio- histórico e por acreditar que a aprendizagem se dá pela interiorização das experiências vividas coletivamente. Portanto, era preciso escolher uma metodologia que pudesse acompanhar o movimento durante o desenvolvimento do projeto de robótica da rede municipal de Curitiba ao mesmo tempo que complementasse o processo de revisão da literatura, com base nisso, adotou-se o método do materialismo histórico-dialético para nortear o caminho metodológico da pesquisa.

4.1 CAMINHO METODOLÓGICO

Realizar a pesquisa à luz da Teoria Histórico-Cultural é:

Assumir a Teoria Histórico-Cultural como fundamento das pesquisas em Educação representa uma necessidade teórica e metodológica. Uma necessidade teórica na medida em que é preciso conhecer os processos de desenvolvimento do psiquismo humano na direção de contribuir para o seu pleno desenvolvimento (...) é, também, uma necessidade metodológica, na medida em que é preciso construir o método científico da Pedagogia que nos permitirá explicitar as possibilidades concretas de contribuir, em nossa atual sociedade, para que cada indivíduo se aproprie da “força social” produzida pelo homem e objetivada nos signos, particularmente nos conceitos teóricos. (CEDRO; NASCIMENTO, 2017, p. 41).

Os princípios e métodos do materialismo histórico-dialético buscam entender a realidade a partir de suas contradições, pois compreendem a constante transformação do processo histórico e a Teoria Histórico-Cultural apresenta um método de investigação, que, segundo Cedro e Nascimento (2017), está fundamentado no método filosófico materialista histórico e dialético. O que justifica a escolha deste método para a pesquisa é que se pode considerar a complexa e intensa realidade vivenciada durante o projeto de robótica no seu contexto próprio dentro da escola. No ambiente em que os fenômenos físicos modelam os

estudantes e a cultura daquele espaço, bem como são modelados por eles numa relação dialética entre o material e o humano.

É viável acrescentar a consideração de Moretti, Martins e Souza (2017, p. 31) sobre a importância de compreender a realidade em movimento, numa totalidade concreta em desenvolvimento e associada com a ideia de que tudo se transforma. E que:

a concepção materialista entende que o método constitui-se muito mais como uma concepção de realidade que mediará o processo de apreensão do conhecimento, do que uma simples ferramenta para medir ou observar os fenômenos sociais. A concepção materialista vai além das leis que regem os fenômenos; busca a lei de sua modificação e de seu desenvolvimento, destacando o dinamismo da práxis transformadora dos homens como agentes históricos. (GOMIDE, 2013, p. 2).

Adota-se a dialética como método de investigação, pois a mesma:

subsidiaria uma concepção de homem e de mundo na qual o homem por meio do trabalho, entendido como atividade intencional, transforma a realidade e produz-se a si mesmo. Assim, é a atividade material do homem que se constitui mediação entre ele e o mundo. Como método de investigação a dialética implica na análise de uma realidade objetiva por meio de seus aspectos contraditórios no conjunto do seu movimento e na busca de fazer aparecer a essência do objeto. (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 30).

Gatti e André (2007) define método como algo ativo, um ato vivo e concreto, que se realiza nas ações do pesquisador. Moura (2000) ratifica que “o método de apreensão do fenômeno da formação não pode ser aquele que congela o objeto-formação ou que toma como uma fotografia” (p. 50), bem como ainda salienta o autor da importância de apreender o fenômeno em movimento, pois o sujeito vai se transformando a partir das ações educativas que possibilitam novos sentidos.

Nesta perspectiva e à luz da Teoria Histórico-Cultural, compreende-se que não se pode apenas analisar dados, mas sim, compreender o processo, indo à gênese dos fatos a fim de entender a significação das ações.

4.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Com o objetivo de evidenciar quais ações do professor podem potencializar a aprendizagem e apreender as mudanças nos sujeitos, definiu-se que a maneira mais apropriada para a captação dos dados seria a observação in loco de um

projeto de robótica da rede municipal de educação, através do acompanhamento das ações educativas realizadas em um semestre de realização do projeto, no decorrer de 8 encontros semanais.

Das onze escolas municipais do 6º ao 9º ano que desenvolvem o projeto institucional de robótica educacional, apenas uma tinha como responsável pelos encontros de LEGO robótica um professor de matemática e por isso esta unidade foi a escolhida para a observação.

A unidade educacional escolhida participa ininterruptamente do projeto desde 2014, com o mesmo professor responsável pelas situações de aprendizagem. A partir deste momento, ao mencionar „equipe” se fará referência aos estudantes devidamente matriculados nos anos finais da unidade educacional observada e que fazem parte do projeto extracurricular da rede municipal de educação de Curitiba. A equipe de competição da escola para o ano de 2018 era composta por sete estudantes.

Os encontros da equipe de robótica aconteciam na unidade de educação integral da escola, nas sextas-feiras, das 13 h às 17 h. Foram sujeitos da pesquisa os participantes do projeto de robótica da rede municipal de Curitiba, que assinaram os seguintes termos de consentimento: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Consentimento para Uso de Imagem e Som de Voz (TCUISV).

Como critério de exclusão da pesquisa foi o não consentimento para a participação da pesquisa em questão; ausência em mais de 50% dos dias em que as observações foram realizadas e desistência livre do participante em qualquer tempo. Como a pesquisa demandou disponibilidade de tempo por parte dos envolvidos, assim como, eventualmente, pode causar-lhes desconforto ou constrangimento por interagir com uma pessoa estranha no tratamento das questões mesmo em condição de sigilo, a pesquisadora, para contornar estes possíveis riscos ao apresentar os documentos TALE, TCLE e TCUISV, explicou bem todo o processo da pesquisa, ressaltando os riscos e benefícios, conforme preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012 e a mesma comprometeu-se que caso percebesse algum desconforto no sujeito da pesquisa, mesmo de posse dos TALE , TCLE e TCUISV assinados, as observações realizadas no momento em questão não seriam consideradas para análise.

4.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA CAPTAÇÃO DE DADOS

Com a necessidade de acompanhar os sujeitos da pesquisa in loco, estabeleceram-se alguns instrumentos que favorecessem naquele momento compreender de maneira direta e mais abrangente o processo formativo daquela equipe, uma vez que a experiência vivida pela pesquisadora foi a situação desencadeadora desta pesquisa, como citado no capítulo 1.

Em consonância com os princípios do materialismo dialético para compreender o desenvolvimento intelectual humano, utilizados na Teoria Histórico-Cultural, estabeleceram-se instrumentos que facilitassem a percepção destes princípios no movimento da robótica. Os instrumentos adotados para captação de dados no decorrer do processo de acompanhamento dos encontros se deu por meio de observações. Para o registro das observações, foram realizadas gravações de áudio, registro de fotografias de ações com o robô durante as situações do projeto, amostras do portfólio construído pelos estudantes, diário de bordo registrado pela pesquisadora, sessões reflexivas com o docente durante a pesquisa e com todos os participantes no último encontro.

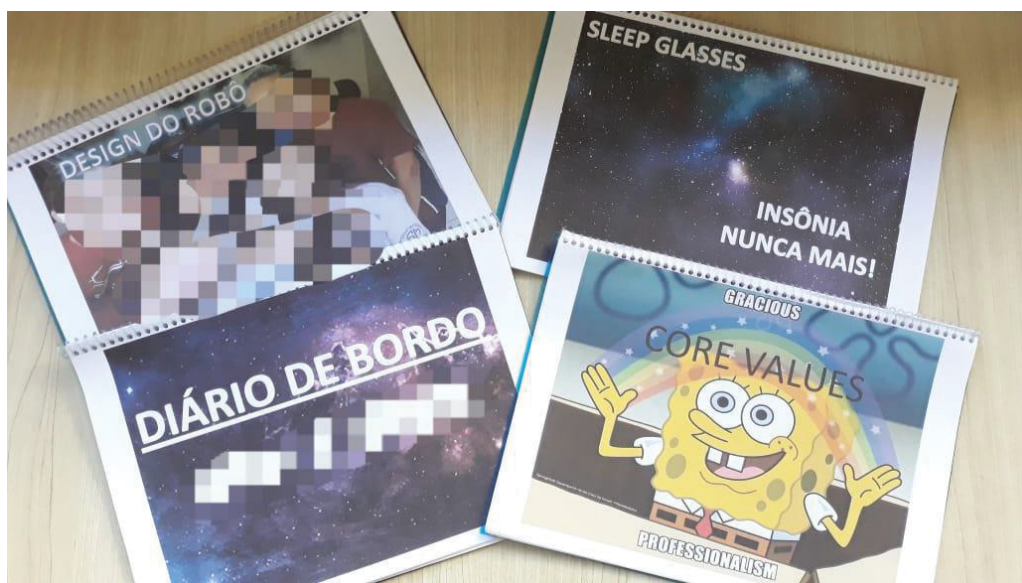
Será realizado um breve esclarecimento sobre cada um dos instrumentos utilizados durante a observação, assim como o símbolo que o representará na análise.

As informações oriundas das gravações de áudio feitas durante as situações de ensino serão assinaladas na análise com A. Salienta-se que para diferenciar os áudios será acrescentado um número, referente ao dia acompanhado, ou seja, A3 se refere ao áudio realizado no terceiro encontro.

As fotografias tiradas pela pesquisadora do robô e da mesa de competição, que contém as missões a serem cumpridas, são para ilustrar momentos registrados em áudio ou no diário de bordo da pesquisadora, no intuito de facilitar no momento da análise.

Os portfólios construídos pelos estudantes são um dos quesitos exigidos durante o torneio da FLL, nele constam os registros da evolução da equipe de maneira detalhada e exemplificada nos três aspectos: robô, *Core Values* e solução inovadora, conforme FIGURA 19 abaixo:

FIGURA 19 - PORTFÓLIOS DA EQUIPE



FONTE: arquivo pessoal (2019).

Após o torneio, a equipe concordou em ceder o portfólio para a pesquisadora. As informações oriundas desde tipo de instrumento serão assinaladas e se forem utilizadas na análise serão identificadas com PF.

Os registros no diário de bordo foram se constituindo a partir das impressões da pesquisadora durante o encaminhamento metodológico do professor responsável pelo projeto e os comentários dos sujeitos envolvidos, bem como pelas descrições das atividades realizadas em cada encontro observado. Foram sinalizados os aspectos marcantes vividos pelos sujeitos. As informações oriundas desde tipo de instrumento serão assinaladas com DB.

As sessões reflexivas com o docente e com todos os sujeitos da pesquisa foram momentos de troca de experiências e questionamentos da pesquisadora com o intuito de compreender melhor o movimento do fenômeno, bem como possibilitar a reflexão de elementos presentes durante a atividade. As informações oriundas desde tipo de instrumento serão assinaladas com SRD para a sessão reflexiva com o docente e SRE para a sessão reflexiva com os estudantes da equipe, podendo ser acrescida do número correspondente ao encontro, por exemplo, SRD2 diz respeito à sessão reflexiva com o docente que aconteceu durante o segundo encontro. Enfatiza-se que os diálogos aconteceram num intervalo ou ao término do encontro e também no último encontro.

Em síntese, são apresentados no quadro 1 a seguir, os instrumentos de coleta de adotados em cada um dos encontros.

QUADRO 7 – ROTEIRO DE OBSERVAÇÕES

	Descrição das situações vivenciadas	Instrumento de captação de dados
1° ENCONTRO	Apresentação da pesquisadora, da sua experiência com a robótica e da pesquisa, leitura e conversa sobre o TALE, TCLE e TCUISV, apresentação dos componentes da equipe e expectativas. Alguns estudantes relembram situações vividas junto com a pesquisadora e a equipe Conectados.	Registro de áudio (A) e no diário de bordo (DB).
2° ENCONTRO	Estudantes fazem arrumação da sala, trocam mobiliário de lugar, limpam e reorganizam caixas dos kits de robótica e materiais.	Registro de áudio (A) e no diário de bordo (DB).
3° ENCONTRO	Estudantes iniciam a organização do painel para o Core Values, professor faz uma roda de conversa para dividir as tarefas entre os componentes da equipe e traçar novas estratégias.	Registro de áudio (A) e no diário de bordo (DB).
4° ENCONTRO	Palestra sobre a vida no espaço.	Registro no diário de bordo (DB). A palestra tinha como objetivo auxiliar os estudantes a compreenderem a temática do campeonato da

		FLL e não teve vínculo com a pesquisa.
5° ENCONTRO	Estudantes divididos em dois ambientes, 3 estudantes se dedicam ao robô e missões, enquanto o restante organiza a pesquisa da solução inovadora.	Registro no diário de bordo (DB), de áudio (A) e fotografias.
6° ENCONTRO	Estudantes divididos em dois ambientes, 3 estudantes se dedicam ao robô e missões, enquanto o restante constrói o capacete e capa que serão utilizados pela equipe no dia do campeonato.	Registro no diário de bordo (DB) e de áudio (A).
7° ENCONTRO	Estudantes divididos em dois ambientes, 3 estudantes se dedicam ao robô e missões. Professor faz roda de conversa para avaliar os itens das fichas de avaliação do campeonato que já estão cumpridos e coletivamente traçam estratégias para os itens parcialmente cumpridos.	Registro de áudio (A) e no diário de bordo (DB).
8° ENCONTRO	Sessão reflexiva com o professor e com os estudantes da equipe.	Registro de áudio da sessão reflexiva (SRD e SRE), diário de bordo (DB) e portfólios (PF).

FONTE: Pesquisadora (2019).

Com o intuito de resguardar a identidade dos participantes e atendendo às orientações da CONEP, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, para a análise dos dados escolheu-se, para cada participante, uma identificação: P1- participante 1, P2- participante 2 e assim sucessivamente para os estudantes, para o docente a identificação será D e para a pesquisadora será PE. Podendo ser descrito na análise, individualmente ou de modo geral a participação dos mesmos, conforme

evidenciado nas gravações e registros dos encontros. Salienta-se que quando for necessário transcrever os áudios, as falas estarão todas no masculino como medida de preservar a identidade dos participantes da pesquisa.

A exposição dos dados de maneira detalhada será feito no capítulo 5.

A Teoria Histórico-Cultural se utiliza dos princípios do materialismo dialético para compreender o desenvolvimento intelectual humano e que Vygotsky (1989), em sua obra “Pensamento e Linguagem”, discorre sobre o cuidado necessário para que se estude o fenômeno sem perder as características do todo que o compõe. Araújo (2003) explicita que Caraça e Vygotsky ao defenderem a necessidade do estabelecimento de um método de análise que permita ao pesquisador compreender a essência do fenômeno investigado, aproximam-se da categoria de totalidade presente na dialética materialista.

Para Caraça (2002):

Todas as coisas estão relacionadas umas com as outras; o Mundo, todas estas Realidade em que estamos mergulhados, é um organismo vivo, uno, cujos compartimentos comunicam e participam, todos, da vida uns dos outros. (...) O Mundo está em permanente e evolução; todas as coisas, a todo o momento, se transformam tudo flui, tudo devém. (...) notar como até as coisas mais estáveis se alteram com o tempo: como o ferro envelhece com a ferrugem, como a rocha se desagrega e se torna areia (...). Tudo está numa permanente agitação e, por graus insensíveis, evoluçionando de forma que a Terra não é, neste instante, a mesma que era há momentos, e será daqui a uns momentos diferentes da que é agora. (CARAÇA, 2002, p.103-104).

Nesse sentido, tentando não correr o risco de perder o essencial durante a análise, o conceito de isolado e de episódios possibilitam a organização e discussão dos dados da pesquisa, tornando-se assim um instrumento de investigação. Optou-se por se utilizar de isolados como proposto por Caraça (1989) e discutido por Moura (2000).

Segundo Moura (2000, 2011), a análise por meio dos isolados representa um recorte do todo, na qual se respeitam as relações de interdependência e fluência, em que a parte está no todo e o todo está na parte. Entende-se que “cada isolado” é apresentado sob a forma de episódios, constituídos por sua vez de cenas intencionalmente selecionadas para o processo de análise dos dados, uma vez que possibilitam revelar evidências do movimento” (RIBEIRO, 2011, p. 104), como mostrado na FIGURA 20. Portanto, cada isolado é composto por episódios, que por sua vez são compostos por um conjunto de cenas, ou seja, diferentes

circunstâncias, que revelam ou destacam alguns elementos importantes para a pesquisa, a partir dos dados captados no decorrer do processo de acompanhamento do fenômeno.

FIGURA 20 – EXEMPLO DE COMPOSIÇÃO DO ISOLADO



FONTE: autora (2020).

Segundo Moura (2011) o isolado retrata o movimento dialético entre a atividade formadora e a qualidade do pensamento, possibilitando compreender a unidade entre teoria e prática, sendo o isolado composto por episódio que se interligam. Segundo o autor, os episódios poderão ser frases escritas ou faladas, gestos e ações que constituem cenas que podem revelar interdependência entre os elementos a serem considerados.

Nesta perspectiva, Araújo (2003) propõe que o isolado é percebido em um tempo social próprio. A superação de um isolado, revelada pelo fator do inesperado, alimenta o avanço da ciência na busca de novos isolados. Caraça (1989) discute, inclusive, que no percurso da pesquisa um isolado pode ser constitutivo de um outro. Com efeito, podemos admitir níveis de isolados que se interdependem.

Em virtude do que foi relatado o processo de tratamento dos dados coletados durante as observações será através dos isolados, que serão as unidades de análise, por sua vez a análise será feita por meio da construção de episódios, que são compostos por cenas que revelam ações dos sujeitos durante o projeto de robótica.

A pesquisa não tem como pressuposto se aprofundar na concepção do materialismo histórico-dialético, porém reconhece sua importância ao entender que os princípios que sustentam o método podem subsidiar um modo de fazer pesquisa e compreender o fenômeno em estudo tal como se propôs na pesquisa. Ao mesmo

tempo, não pretende mergulhar no universo das conotações que o termo dialética pode trazer, mas se aventurar em buscar a essência do fenômeno, sob à luz da Teoria Histórico Cultural, destacando alguns aspectos da teoria da atividade proposta por Vygotsky e Leontiev que são revelados nas relações dialéticas do projeto: seja entre os sujeitos e o meio, seja entre o sujeito e o material, seja entre o individual e o coletivo, seja entre o estudante e o professor, ou até mesmo na relação pesquisadora e o professor, sujeito da pesquisa. Durante o movimento, a aprendizagem e desenvolvimento dos sujeitos são transformados ao mesmo tempo em que alteram o fenômeno.

A pesquisa buscou revelar algumas ações do professor na organização do ensino que podem favorecer a atividade, bem como os elementos que estão por detrás da aparência dos encontros do projeto extracurricular de robótica que respondem as inquietações iniciais da pesquisadora, dando ênfase àquelas que podem contribuir para a Educação Matemática. Assim, constituindo o critério de escolha dos isolados, dos episódios e das cenas.

O QUADRO 8 abaixo expõe de maneira sistemática e resumida a organização dos dados analisados na pesquisa, explicitados por meio de cenas em que se manifestam os aspectos em evidência nos isolados. Os mesmos serão apresentados detalhadamente no capítulo seguinte.

QUADRO 8 – QUADRO SISTEMÁTICO DA ANÁLISE

ISOLADO	EPISÓDIOS	MANIFESTAÇÕES
Isolado 1- Atividade de ensino e situações	Episódio 1- A formação da equipe	Demonstrar que a seleção dos estudantes afasta o professor da atividade de ensino e consequentemente da possibilidade do ensino da matemática.

desencadeadoras para a aprendizagem de matemática		
	Episódio 2- Motivos para participarem do projeto	Revelar os motivos pelos quais os sujeitos estão no projeto, ora motivos eficazes, ora motivos compreensíveis, a ação do professor pode fazer toda a diferença.
	Episódio 3- O conteúdo matemático na atividade de ensino	Apresentar possibilidades em que a ação do professor pode gerar situações desencadeadoras da aprendizagem de matemática.
Isolado 2- Coletividade e o desenvolvimento humano	Episódio 1 – Critérios de coletividade	Evidenciar que não é um grupo qualquer e que satisfaz os critérios de coletividade, na essência do conceito.
	Episódio 2- Vivência dos <i>Core Values</i>	Explicitar a mudança de comportamento, a humanização no movimento da atividade e a capacidade de aprender com o mais experiente.

FONTE: autora (2020).

5 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo é apresentado o processo de análise da pesquisa de campo e como a mesma dialoga com a teoria apresentada anteriormente através de alguns recortes que são chamados de cenas. As cenas são decorrentes dos encontros de acompanhamento do fenômeno de pesquisa, a partir dos instrumentos de coleta de dados. A análise do fenômeno observado será realizada com base na definição de Caraça (1989) e Moura (2000) sobre os episódios de aprendizagem, que são constituídos pelos gestos, falas e silêncios dos sujeitos na concretização da atividade. Dessa maneira, o movimento dialético de cada episódio é revelado a partir de um conjunto de cenas, explicitando os elementos que buscam responder à pergunta da pesquisa durante o desenvolvimento do projeto de robótica.

Para compreender o movimento do fenômeno e revelar ações do professor de matemática na organização do ensino que potencializam a aprendizagem da matemática no contexto do projeto são considerados dois isolados: a atividade de ensino e situações desencadeadoras para a aprendizagem de matemática e a coletividade e desenvolvimento humano. Conforme quadro 8 apresentado ao final do capítulo anterior: Apesar de isolados para possibilitar o estudo, ressalta-se a inter-relação entre eles no contínuo processo formativo durante as situações de aprendizagem do projeto de robótica e, com isso, a possibilidade de compreensão do fenômeno em profundidade na medida que um aspecto é isolado para que se debruce sobre ele.

5.1 ISOLADO 1: ATIVIDADE DE ENSINO E SITUAÇÕES DESENCADEADORAS PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Com o intuito de captar as ações do professor em atividade de ensino e os frutos desse processo educativo, serão analisadas as observações, áudios e anotações dos encontros com o intuito de se levantar as cenas que mostram as mudanças de significados nos envolvidos e que podem indicar o movimento da atividade, ou seja, que dependendo das ações educativas escolhidas pelo docente a organização do ensino se altera e pode favorecer que os sujeitos entrem em atividade. Através da análise das cenas serão levantados indícios de ações que mobilizaram os sujeitos a gerarem novos conhecimentos. Afinal, dependendo de

como o professor organiza o ensino e as ações tomadas gerará no estudante um motivo para aprender, conduzindo a transformação de um motivo compreensível do estudante em motivo eficaz, colocando os dois em atividade, um em atividade de ensino e o outro em atividade de aprendizagem.

Leontiev (1983) considera que as condições sociais trazem consigo os motivos e objetivos da atividade, bem como os meios para a sua realização. Contudo, é uma relação complexa, uma vez que não é meramente uma repetição de relacionamentos e cultura, pois será a experiência externa que propiciará o desenvolvimento de processos mentais internos. Ainda para o autor, o que diferencia uma atividade de outra é o objeto, todavia não é possível falar em atividade sem objeto. Neste contexto, o ideal seria que os sujeitos envolvidos nos projetos de robótica da rede estivessem envolvidos em situações de ensino que os impulsionem na direção de motivos eficazes, ou seja, motivos que os coloquem em atividade. Para isso, é fundamental que o professor organize a atividade de ensino para esse fim, propondo situações desencadeadoras de aprendizagem que os mobilizem.

O primeiro episódio, discutido a seguir, é composto por recortes da observação realizada no primeiro encontro e no segundo encontro e busca revelar como se dá o planejamento da atividade de ensino, bem como possíveis situações desencadeadoras de aprendizagem durante o processo da formação da equipe.

5.1.1 Episódio 1: A formação da equipe

É comum que os professores responsáveis pelos projetos de robótica na rede selecionem os estudantes dos 6º ao 9º que participarão dos encontros e, conseqüentemente, quem participará da equipe de competição, não há uma regra ou critérios de seleção. Cada escola tem uma dinâmica própria e estabelece seus próprios parâmetros para esse processo, mas de modo geral, quanto maior o número de estudantes da unidade escolar interessados, mais complexo o processo de seleção inicial. Normalmente, os estudantes que já participaram de campeonatos num ano automaticamente permanecem na equipe de competição do ano seguinte.

Os encontros de robótica aconteciam às sextas-feiras, na UEI da escola, e as professoras responsáveis pelos 32 estudantes do período integral davam atenção especial aos estudantes inscritos no projeto de robótica durante a semana,

auxiliando-os no desenvolvimento das tarefas deixadas pelo professor responsável pelo projeto no dia do encontro e era autorizado aos estudantes que, às vezes, ficassem treinando sozinhos na sala de robótica durante o período escolar.

Percebeu-se que havia um envolvimento coletivo e todos os sujeitos da unidade reconheciam a „robótica“ como deles, pois algumas tarefas que eram da robótica viraram motivação de estudo para todos os estudantes do período integral, como por exemplo: pesquisar como é a vida no espaço? Quais são as suas limitações e dificuldades? Qual seria a sua solução inovadora?

Todos os anos há um período de formação da equipe de competição ou recomposição da mesma, seja porque era aluno do 9º ano e saiu da escola ou porque o participante deixou de participar por algum outro motivo. Historicamente, as equipes na rede têm uma média de participantes que varia entre 6 a 8 participantes.

No momento em que as observações iniciaram o professor estava finalizando quem seriam os estudantes que permaneceriam na equipe de competição. No primeiro encontro observado, havia 9 estudantes participando e, a princípio, alguém deixaria a equipe, visto que a prática era ter uma equipe com 6 a 8 competidores.

Ao longo de uma conversa informal entre dois participantes, enquanto arrumavam as coisas da maleta de peças e o armário da sala, a pesquisadora captou as seguintes cenas:

Participante 7: “Acho que o XXXX vai sair porque é mal educado e briguento.” (P8, A1)

Participante 1: “Para irmos bem é melhor termos os melhores alunos” (P1, A1)

Ainda no primeiro encontro a pesquisadora teve a oportunidade de conversar uns minutos com uma integrante “antiga” da equipe:

Pesquisadora: “Por que você entrou no projeto de robótica?” (PE, A1)

Participante 6: “Ah! Tipo (pausa) eu me interessei muito e já quis participar várias vezes, daí eles me pegaram para fazer um teste e para ver se eu acompanhava tudo direito [...] assim eles me colocaram na robótica.” (P6, A1)

No segundo encontro, no decorrer de um momento de descontração dos alunos, a pesquisadora solicitou para que explicassem o processo de seleção, que

falassem dos sentimentos, das habilidades pessoais e como se sentiriam caso não ficassem na equipe. Dos diversos comentários que constituem as seguintes cenas nessa ordem:

Participante 6: “Ficaria triste em sair, mas entenderia.” (P6, A2)

Participante 5: “É melhor tirar alguém se for para a equipe ficar melhor!” (P5, A2)

Participante 3: “Já participei do campeonato da FLL, é a melhor experiência da minha vida, vou fazer de tudo para estar lá novamente.” (P3, A2)

Participante 2: “Fui convocado, o professor de matemática fez a sugestão para eu entrar no grupo de robótica [...] No começo o grupo era bem grande [...] 20 alunos eu acho [...] começou a filtrar para quem ia ficar no final e eu fiquei e continuo até hoje.” (P2, A2)

Participante 4: “Eu quero ficar para dizer que sou uma pessoa inteligente, para dizer que sou a pessoa certa... ano passado disseram que eu não podia entrar (pausa) Eu gostaria muito de participar da equipe, mas não sei, pois não sou bom aluno. Às vezes, faço bagunça e tiro nota vermelha.” (P4, A2)

Ao término do quinto encontro ao perguntar para o professor sua compreensão do projeto e o motivo pelos quais os estudantes estavam ali foram captadas as seguintes cenas:

Docente: “Robótica é ensinar a programar, construir robôs, desenvolver o raciocínio lógico, a robótica desenvolve muitas habilidades nos alunos [...] a gente ensina e aprende [...] a verdade é que organizamos os encontros conforme as orientações da FLL, os alunos esperam pela FLL, os que já participaram, amaram e esperam pelo dia do próximo campeonato. Os que nunca foram já ouviram falar pelos outros alunos e também querem participar.” (D, SRD5)

Pesquisadora: “Mas, qual é o objetivo principal do projeto?” (PE, SRD5)

Docente: “A aprendizagem, isso é fato. Lógico que quem não quer ganhar um campeonato [...]” (D, SRD5)

Pesquisadora: “E se não tivesse campeonato?” (PE, SRD5)

Docente: “Ah! Daí seria só construção do conhecimento [...] mas o campeonato é uma motivação para eles.[...] mas eu não sei lhe responder isso, porque eu não tenho robótica sem torneio” (D, SRD5)

O diálogo permitiu que a pesquisadora perguntasse sobre o processo de seleção dos alunos e os critérios que utiliza:

Docente: “Fico triste neste período [...] Não é fácil (pausa) você sabe! Em geral fica aquele que tem mais habilidades.” (D, SRD5)

Durante os dois encontros iniciais nenhum estudante demonstrou desejo em deixar de participar da equipe e a partir das cenas anteriores revelou-se um clima de ansiedade e tensão.

Este episódio pretende desvelar como a intencionalidade pedagógica do projeto de robótica é alterada de maneira subliminar, em função da ação de selecionar os estudantes da equipe de competição, uma vez que do modo como se dá, o processo não prioriza oportunizar condições para que todos os estudantes aprendam, ou seja acaba sendo gerado uma situação de tensão a ser superada pelos sujeitos e não oportuniza situações desencadeadoras de aprendizagem de matemática.

Afinal, se as ações do professor não levam os sujeitos para o objeto que é aprender, dificilmente o docente estará em atividade de ensino, possivelmente não estará favorecendo a aprendizagem de matemática e eventualmente estará naturalizando a seleção que potencializa o desenvolvimento dos sujeitos mais aptos ou mais habilidosos. Essa ação no processo educativo tende a reforçar o entendimento explicitado pelo estudante P5 quando diz: *“É melhor tirar alguém para a equipe ficar melhor!”*.

Ao organizar o ensino em um projeto de robótica, o professor deveria oportunizar situações para que todos vivenciassem a robótica educacional e aprendessem com ela. No entanto, quando as escolhas para organização de uma equipe não respondem essa intenção pedagógica, muito provavelmente alguns estudantes não terão as mesmas oportunidades de aprendizagem, caminhando em direção oposta à compreensão teórica de Vygotsky (1989) que sujeitos mais experientes podem se desenvolver em relações de aprendizagem com sujeitos menos experientes. Em consequência do projeto da RME ter sido validado a partir da participação num campeonato da FLL, é comum entre as equipes municipais que esta participação anual acabe norteando as ações do projeto, como é possível perceber na fala do professor e nas falas dos estudantes.

Portanto, a pesquisa sugere organizar as situações de aprendizagem de tal forma que se possa ensinar robótica a todos os interessados, como por exemplo, que sejam propostas oficinas de aprendizagem de robótica, com a rotatividade dos estudantes interessados e com encontros diferentes por níveis de dificuldade, mesmo que cada oficina disponha de poucas vagas. Desta maneira não criaria

nenhum desconforto ou sentimento de exclusão nos estudantes e o docente só precisaria se preocupar com as ações necessárias à organização do ensino no contexto do projeto de robótica que possibilitassem aos estudantes estarem em atividade. Afinal, é importante que os estudantes vivenciem de forma mais intensa as situações desencadeadoras de aprendizagem oferecidas durante os encontros de robótica e possam efetivamente oportunizar o desenvolvimento cognitivo.

5.1.2 Episódio 2: Motivos para participarem do projeto

Eventualmente, os meios de comunicação apresentam notícias com o tema da robótica, os posts de outras escolas que tem robótica e os comentários de colegas que já participaram em anos anteriores são propagandas motivadoras aos novos estudantes interessados no projeto.

Os prêmios conquistados pelas equipes que representavam as escolas municipais trouxeram reconhecimento e solidez ao projeto de robótica desenvolvido pela rede municipal de Educação, o que impacta positivamente nos estudantes municipais que desejam participar do projeto, contudo a participação no projeto tem que ir além de uma educação inovadora e da „moda“, ou por saberem que há chances de viagens para competir ou ainda por perceberem que os integrantes da equipe passam a ter um prestígio dentro da escola.

É claro que são fatos que fazem alguns olhinhos brilharem e „motivam“ os estudantes a estarem ali e a se dedicarem. Leontiev (2010) considera a existência dos motivos compreensíveis e dos motivos eficazes e que esses podem ser transformados no processo da atividade. Durante o quinto encontro, a pesquisadora teve a oportunidade de perguntar individualmente aos estudantes qual era o incentivo para estarem ali envolvidos no projeto. As seguintes cenas são representativas desse momento:

Participante 6: “No começo eu nem sabia o que era robótica, achei que era só o básico de fazer robôs, mas quando eu comecei a participar e ver o que eu ia aprender e a fazer o Core Values, aí eu disse: isso vai fazer a diferença na minha vida.” (P4, SRE 5)

Participante 4: “Eu entrei para dizer que sou uma pessoa inteligente, para dizer que sou a pessoa certa (pausa) ano passado disseram que eu não podia entrar [...] E também porque a equipe viaja para as competições! [...] Minha família é pobre, eu nunca fui viajar, queria conhecer a praia!” (P4, SRE 5)

Participante 1: “Eu acho muito interessante tudo [...] gente monta, projeta, programa, faz projeto de pesquisa, Core Values e às vezes a gente brinca.” (P1, SRE5)

Participante 2: “Desde quando eu entrei no 6º ano, agora estou no 9º ano [...] eu achei interessante e fui continuando [...] desde quando eu era pequenininho eu apreciava a área da robótica, da tecnologia e da matemática. Fui aprendendo e foi fascinante!” (P2, SRE5)

Participante 5: “Bom mesmo é participar da FLL, se divertir, fazer amigos e ganhar medalha.” (Pp5, SRE5)

Os motivos apresentados pelos estudantes podem ser considerados motivos compreensíveis, segundo Leontiev (2010). No entanto, esses motivos podem ser modificados ao se entender que “motivos compreensíveis tornam-se motivos eficazes em certas condições, e é assim que novos motivos surgem e, por conseguinte novos tipos de atividade” (LEONTIEV, 2010, p. 70) o que revela a importância das ações do professor para que os motivos compreensíveis se tornem motivos eficazes. A transformação do motivo se dá em função da ação ser mais significativa que o motivo que realmente a induziu, por exemplo, quando o estudante entra na robótica para ganhar uma medalha ou viajar e, nesse movimento, ao realizar conscientemente as situações de aprendizagem propostas pelo professor, percebe que está desenvolvendo novas habilidades e aprendendo conhecimentos novos. Neste momento, ocorre “uma nova objetivação de suas necessidades, o que significa que elas são compreendidas em um nível mais alto” (LEONTIEV, 2010, p. 71). A fala *“Eu apreciava a área da robótica, da tecnologia e da matemática. Fui aprendendo e foi fascinante” (P5, SRE5)* revela que os motivos compreensíveis foram se tornando motivos eficazes, o que revela indícios de que o estudante estava em atividade.

A inocência e o sonho do sujeito P4, de 12 anos, ao dizer *“Minha família é pobre, eu nunca fui viajar, queria conhecer a praia!” (P4, SRE 5)* sensibiliza a pesquisadora, que explica que nem sempre os estudantes vão viajar, que em geral não é para lugares que tem praia e que mesmo que fossem viajar para um lugar litorâneo poderia ser que com a correria do campeonato não tivessem tempo de conhecer a praia. A pesquisadora explica que para conseguirem classificar teriam que ir bem no campeonato, o que implicaria em muita dedicação e aprendizagem. A resposta rápida é: *“Eu me esforço, vou dar o meu melhor!” (P4 – SRE5)*. Este

pequeno relato explicita um fato comum nas manifestações dos estudantes que entram no projeto, a „sua necessidade” o coloca em atividade, mesmo que neste momento inicial não seja atividade de ensino, pois há a ausência da consciência que o primeiro motivo devia ser „aprender” e aprender o conhecimento teórico que a prática da robótica pode oferecer. Os motivos compreensíveis apresentados pelos estudantes fazem com que disponham a se dedicar muito para se aproximarem do desejo inicial, que em consequência das intervenções docentes podem ser transformados em motivos eficazes durante o movimento da atividade.

Salienta-se que o relato do sujeito P4 também revela a responsabilidade social das ações desenvolvidas durante o projeto, pois podem transformar a maneira que os estudantes veem o mundo, ampliando as perspectivas que trazem das experiências familiares. A mudança de comportamento vai além da mudança cognitiva em aprender algum conteúdo curricular, é claro que a função da escola é desenvolver em seus estudantes o pensamento teórico, contudo os docentes sempre se preocupam com que tipo de estudante estão formando, o que permite concluir que há uma possibilidade humanizadora das relações coletivas que envolvem os encontros de robótica e que a experiência pode ser um divisor de águas no desenvolvimento cognitivo dos envolvidos.

O quarto encontro foi uma palestra para todos os estudantes da UEI com o objetivo principal de ajudar a fundamentar a pesquisa da equipe de robótica, na parte da solução inovadora para o torneio da FLL. Ao término, durante uma conversa informal entre as professoras da UEI, o docente e a pesquisadora, foram retiradas as cenas:

Docente: “Essas experiências fazem a diferença. (D, SRD4)

[...]

Docente: “Vai ajudar na formação deles.” (D, SRD4)

[...] Docente: “todo mundo aprende muito!” (D, SRD4)

As manifestações do professor revelam a preocupação que tem em ensinar, fazendo-se necessário ressaltar a importância da tomada de consciência dos docentes ao ensinar, afinal é o professor que “opta por conteúdos que tenham potencialidade de impacto na formação do aluno” (MOURA, 2000, p. 118), portanto são as ações do professor na organização do ensino que podem aproximar o sujeito do seu objeto, seja ensinar para o professor ou aprender para o estudante.

Vale ressaltar que, se o professor organiza as suas ações de ensino objetivando a aprendizagem dos estudantes, é possível considerar que motivos eficazes o movem, portanto, as ações não delineadas para satisfazer a necessidade de ensinar, dificilmente aproximarão os estudantes do seu objeto que é aprender. Consequentemente, se o docente é movido somente pela participação no campeonato ou pela ajuda financeira que recebe por conduzir o projeto de robótica, ele tem um objetivo que não se aproxima do objeto, desta maneira ele apenas executa ações e tem motivos compreensíveis, o que permite concluir que apesar de estar em um contexto de ensino não estará em atividade de ensino.

O desenvolvimento do projeto de robótica cria situações de aprendizagem nas quais é possível desenvolver diferentes habilidades, sejam cognitivas ou sócio-emocionais. É comum durante os encontros de robótica, a reestruturação das estratégias e das ações coletivas, entretanto, às vezes, os sujeitos vão desenvolvendo o projeto sem trabalhar a sistematização dos conceitos que estão presentes, cabendo ao professor proporcionar circunstâncias em que os sujeitos se aproximem da zona de desenvolvimento real a partir da intencionalidade de suas ações e por isso a próxima seção revelará algumas situações em que o conteúdo matemático aparece durante o projeto.

5.1.3 Episódio 3: O conteúdo matemático na atividade de ensino

Diversas vezes, as situações emergentes das situações de ensino envolvendo robótica podem constituir cenário significativo para o ensino de matemática. No entanto, comumente esse fato não figura muitas vezes nos processos educativos escolares. Neste episódio pretende-se revelar algumas situações em que a matemática está presente, mesmo que de maneira velada, e que a ação intencional do professor de matemática pode favorecer o aprendizado da disciplina. Aqui se faz relevante lembrar que Alexandrino (2017) afirma que o tema robótico educacional contribui na aprendizagem de conteúdos matemáticos, bem como no desenvolvimento da criatividade, resolução de problemas e no trabalho em equipe e que para Santos (2010), a robótica contribui para o desenvolvimento do indivíduo, melhorando o raciocínio lógico, as relações interpessoais, a coletividade e a criatividade, além de favorecer a interdisciplinaridade.

Nos encontros de robótica observados, não foi possível perceber a intencionalidade em se ensinar os conteúdos de matemática, como pode-se observar nas cenas a seguir:

Pesquisadora: “Quando eu estava na robótica eu percebia que ter habilidades matemáticas facilitava e que os alunos aprendiam melhor ali. Mas eu, Desirée, não tinha a intencionalidade de ensinar conteúdos matemáticos, não conseguia dizer tal dia vou ensinar tal conteúdo, mas na tentativa de resolver as missões é que surgia a necessidade de ensinar os conteúdos e eu ia ensinando... Qual é a sua impressão?” (PE, SRD 7)

Docente: “Eu tenho a mesma impressão, às vezes aparece no comprimento da circunferência, às vezes nas engrenagens, a menor acelera a maior [...] na força e como é conceito da física eu também tive que procurar [...] cada dia é uma novidade aqui, cada equipe é uma novidade, cada ano é uma novidade.”

[...]

A matemática está presente na estratégia, na linguagem da programação [...] Mas não como em sala de aula. Como a gente é professor quer ver matemática em tudo, mas nem sempre dá para ver em tudo.” (PE, SRD7)

A dinâmica dos encontros é complexa, envolve muitas tarefas a serem cumpridas paralelamente: a pesquisa da solução inovadora, a vivência do Core Values e a construção de um robô que cumpra o maior número possível das missões da mesa em 2,5 minutos. Ao mesmo tempo que fazem os registros, já pensam em como sistematizar a apresentação do dia do campeonato de maneira criativa e compacta, afinal deverão expor o trabalho de meses em 5 minutos em cada sala de avaliação. E, por isso, é muito difícil o professor de matemática conseguir prever em qual encontro ou quais conteúdos matemáticos poderão ser explorados.

Lembrando que, das 11 escolas da rede dos anos finais do ensino fundamental que podem desenvolver o projeto de robótica e participar da FLL, apenas uma tem um professor de matemática como responsável, o que permite concluir que ter um professor de matemática como técnico é um facilitador na hora da programação e para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos que se fizerem necessários. Entretanto, as equipes que não possuem essa possibilidade recorrem aos „mentores” profissionais das áreas específicas ou ex-alunos da equipe para auxiliar na aquisição dos conhecimentos necessários para superarem as dificuldades encontradas durante os encontros de robótica e obterem bons resultados nos torneios.

Em função das exigências do campeonato, os estudantes, como uma maneira de agilizar o trabalho, são divididos em pequenos grupos interdependentes, já que é o todo que será apresentado durante o torneio. A equipe faz as divisões de tarefas conforme as categorias das provas: Projeto de Pesquisa, *Core Values*, Desing do Robô e Desafio do Robô. Os participantes se dedicam para cumprir os requisitos de maneira criativa e com excelência. De tempo em tempo, os grupos se reúnem para fazer a troca dos saberes, as dinâmicas de grupo, avaliar os passos dados até o momento e redirecionar os próximos passos. Ao mesmo tempo em que se divertem e fortalecem os laços de amizade. No grupo responsável pelo robô ficaram os estudantes com mais facilidade ou maior interesse em matemática, montagem e programação, possivelmente por reconhecerem que as habilidades matemáticas podem ser facilitadoras para que os desafios do robô, nas missões da mesa, sejam vencidos. O que vem ao encontro com o que foi mencionado anteriormente, no capítulo 2, que a robótica educacional pode desenvolver a capacidade de resolver problemas e o raciocínio lógico.

Ainda neste episódio, serão apresentadas cenas que permitem que os conteúdos matemáticos sejam trabalhados, indo além da habilidade de resolver problemas e do raciocínio lógico. Para iniciar, serão trazidas as cenas em que os sujeitos desvelam a presença da matemática na robótica a partir da vivência do sexto encontro:

Pesquisadora: Vocês acham que a Matemática ajuda? (PE, A6)

Ouve-se um “SIM” coletivo.

Pesquisadora: Onde percebem a presença dela? (PE, A6)

Docente: “Acho que a matemática contribui muito...[...] inclusive na estratégia do aluno, na investigação do problema, em cada missão que ele tem na mesa da FLL, como o robô vai partir, vai voltar, tudo envolve distância, tempo onde envolve vários cálculos e raciocínio lógico [...]” (D, A6)

Docente: A questão da circunferência, que eles assimilam como a roda do robô na robótica, [...] como o aluno desenvolve mais vendo o concreto do que o não concreto [...]” (D, A6)

Participante 6: “Ajuda nas medidas e na geometria.” (P6, A6)

Participante 7: “Ajuda a pensar melhor!” (P7, A6)

Participante 2: “Eu vejo na programação.” (P2, A6)

Participante 1: “Na construção dos blocos lógicos e nas operações.” (P1, A6)

As cenas anteriores demonstram o vínculo existente entre a matemática e a robótica, com destaque para a fala do professor *“Como o aluno desenvolve mais vendo o concreto do que o não concreto [...]”* (D, A6) fato que converge para as proposições de Vygotsky (1989) e Silva (2009) quando reforçam a importância dos elementos mediadores e que o instrumento é um objeto social e mediador entre o indivíduo e o mundo, e quando Vygotsky (1998) e Moura (1998) ressaltam a importância dos brinquedos e jogos como ferramentas fundamentais para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Em função do conteúdo matemático escolar não ser uma condição para a existência do projeto, caberia ao professor de matemática, consciente da intencionalidade das suas ações, aproximar os estudantes do conteúdo escolar durante as experiências com a robótica.

Nesse contexto, Neto, Brito e Moura (2016) afirmam que:

Os equipamentos de robótica educacional surgem dentro de uma perspectiva sócio- interacionista, como instrumentos que mediam o contato do estudante com o mundo que o cerca. Dando-lhe a capacidade de realizar comparações, fazer analogias e participar de atividades em grupo que ajudam a perceber novas concepções de mundo. (NETO; BRITO; MOURA, 2016, p. 4).

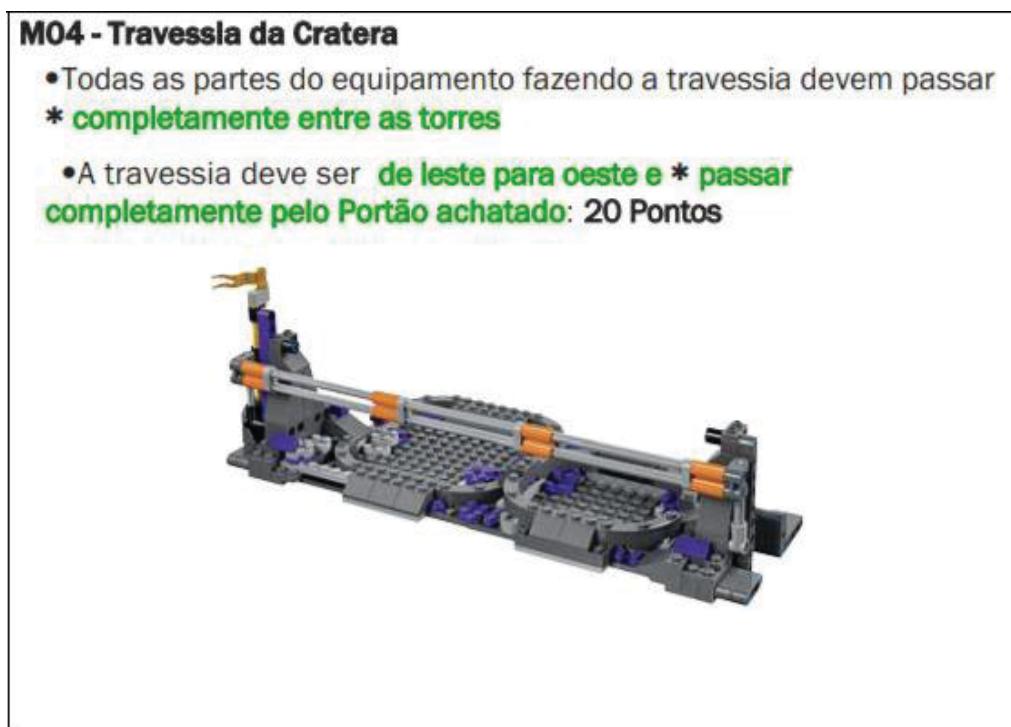
Ao observar as oportunidades de aprendizagem oferecidas pelo projeto de robótica da rede municipal de educação, que passa pelo objetivo de oportunizar experiências com a robótica e despertar o gosto pela tecnologia, tem-se observado que o professor de matemática não consegue organizar o ensino com a intencionalidade de ensinar determinados conteúdos matemáticos, mas a explicação do conteúdo acontece conforme as situações vividas pelos estudantes ao resolverem as missões exigem conceitos matemáticos para serem resolvidos. Seja no cálculo do número de voltas que a roda do robô tem que dar para percorrer a distância, seja na hora de determinar qual valor atribuir para a força da garra, seja na hora de programar o robô utilizando as operações matemáticas e blocos que facilitem o desempenho do modelo robótico ou ainda quando o raciocínio lógico matemático permite fazer escolhas mais acertadas e menos empíricas.

Ressalta-se que o principal objetivo do projeto de robótica é ensinar a construção de modelos robóticos, a linguagem de programação e aproximar a

tecnologia dos estudantes da rede, portanto o professor responsável não tem como objeto da atividade ensinar matemática, mas é possível ao professor de matemática, que desenvolve o projeto aproveitar das situações que surgem no decorrer dos encontros para dar sentido aos conteúdos matemáticos que aparecem nas situações-problema, bem como explorar os conteúdos matemáticos que facilitariam as ações realizadas empiricamente. A maioria das situações desencadeadoras de aprendizagem surgem a partir dos desafios encontrados na resolução do tema da temporada do campeonato mundial da FLL e, nessas situações, o conhecimento matemático pode ser intencionalmente explorado.

A próxima cena foi retirada do oitavo encontro, no momento que um grupo estava com o professor numa outra sala resolvendo as questões da pesquisa e dos portfólios, e na sala que contém a mesa de competição, chamada sala da robótica, estavam os três alunos que lideravam os trabalhos com o robô. Os estudantes com muita dificuldade estavam ajustando a programação da FIGURA 21 abaixo.

FIGURA 21- MISSÃO TRAVESSIA DA CRATERA



FONTE: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/df/a0/dfa0298c-32fb-4475-83c5-0e54db105af5/24_desafio___into_orbit_formatado_26_de_setembro.pdf

Considerar-se-á o „equipamento” como um conjunto de peças em formato de uma caixa e este objeto é o que deverá abaixar o portão passando entre as torres, isto é, a caixa não poderia ficar encostando na parte cinza da FIGURA 21. Em cada lançamento a caixa caía em um lugar, ora o portão descia e ora não. Os estudantes percebiam que estavam perto da resolução, porém não conseguiam finalizar corretamente. Após vários lançamentos e alterações numéricas na programação em blocos diferentes e sem anotar onde era a variação, a pesquisadora decidiu fazer algumas perguntas aos estudantes. O diálogo é transcrito nas cenas abaixo:

Pesquisadora: “Quais são os elementos que influenciam o lançamento correto?!” (PE, A8 e DB)

(Os estudantes se entreolham e pensam antes de responder)

Participante 1: “A posição do lançamento.” (P1, A8)

Participante 2: “Onde o robô para e a força.” (P2, A8)

*Pesquisadora: “Será que a velocidade do robô influencia? Será que se ele vier muito rápido, mesmo que sem força e movimentação do braço em que a caixa está apoiada, ela não ia se deslocar por causa da inércia ao parar de repente?”
[...]*

Pesquisadora: Sugiro que fragmentem a programação e vão corrigindo as variáveis que conseguirem, uma de cada vez. Comecem pelo gabarito para o lançamento e a conferência do robô na posição correta. Depois coloquem para que emita um som a cada bloco, o som facilitará para que percebam até onde o robô faz o que vocês esperam, ou seja até onde a programação está correta, quando encontrarem o bloco com problema é nele que devem começar a alteração, anotem os valores e resultados encontrados. Assim, além de deixar registrado, facilita para que não façam duas vezes a mesma coisa e para que amanhã continuem do mesmo ponto, pois a memória pode nos trair. E quando a missão estiver redondinha é só tirar o som. (PE, A8)

A intervenção da pesquisadora foi na intenção de realizar perguntas que desencadeassem reflexões em direção à solução do problema, os estudantes foram atenciosos e prontamente colocaram as sugestões em prática. Os estudantes organizaram o registro num caderno. No encontro seguinte, estavam com a missão concluída e já planejando o que fazer para aproveitar esta saída do robo da base. A experiência vai ao encontro com o proposto por Vygotsky (1989) sobre a importância do professor neste movimento da atividade.

A FIGURA 22 permite visualizar onde a missão mencionada ficava localizada no tapete do torneio da FLL.

FIGURA 22- TAPETE DA TEMPORADA 2018/2019



FONTE: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/95/4b/954bda3d-e85e-4dac-aad8-2ccfd80e9878/visao_geral_da_mesa.pdf

As cenas a seguir serão compostas por imagens do portfólio dos estudantes apresentado na sala de avaliação do Desing do Robô e poderão completar o episódio revelando ações docentes que podem favorecer o desenvolvimento de habilidades matemáticas e, quando possível, será evidenciado o conteúdo escolar envolvido.

No terceiro encontro, os estudantes estavam divididos em dois grupos, um responsável pelo desenvolvimento da pesquisa e outro pelo desenvolvimento do robô. Os estudantes responsáveis pelo robô conversavam sobre as missões, colocavam o robô em frente de uma missão, testavam e depois pegavam o robô e colocavam em frente de outra missão. Não considerando o trajeto de uma missão a outra, ou a sua posição no tapete ou a pontuação da missão analisada ou o trajeto a ser percorrido pelo robô. Neste contexto, a pesquisadora sugeriu que durante a semana imprimissem a imagem do tapete e entregassem para cada um da equipe traçar a sua estratégia dos lançamentos do robô para o cumprimento das missões, salientou que os alunos deveriam levar em consideração a saída do robô da base, bem como o seu retorno, aproveitando nesse caminho para realizar o maior número de missões possíveis para a equipe e contabilizassem a pontuação caso a missão fosse cumprida com sucesso, lembrando que cada participante deveria defender a sua estratégia, trabalhando a capacidade de resolver problemas, a argumentação e o raciocínio lógico. A FIGURA 23 representa o traçado da estratégia da equipe para

os lançamentos do robô, ou seja, representa o caminho que o robô percorreria ao ser lançado.

FIGURA 23 – TRAÇADO DA ESTRATÉGIA DA EQUIPE

MISSÃO ESTRATÉGICA:

- Criamos estratégias para o robô fazer o maior número de pontos em apenas uma saída e em menos tempo.



FONTE: Portfólio dos estudantes, arquivo pessoal (2019).

FIGURA 25 – ESTRATÉGIA DE SAÍDA E PONTUAÇÃO

Saída e pontuação:

Com nossa estratégia, o robô faz apenas 2 saídas, com o nome das nossas garras:

Quill (primeira saída), missões feitas:

- M01: viagem espacial
- M05: extração
- M04: Travessia da Cratera

Totalizando:58

Nebulosa(segunda saída), missões feitas:

- M06: Módulos da Estação Espacial
- M10: Produção de Alimentos
- M13: Observatório
- M12:Órbitas de Satélites

Totalizando:98

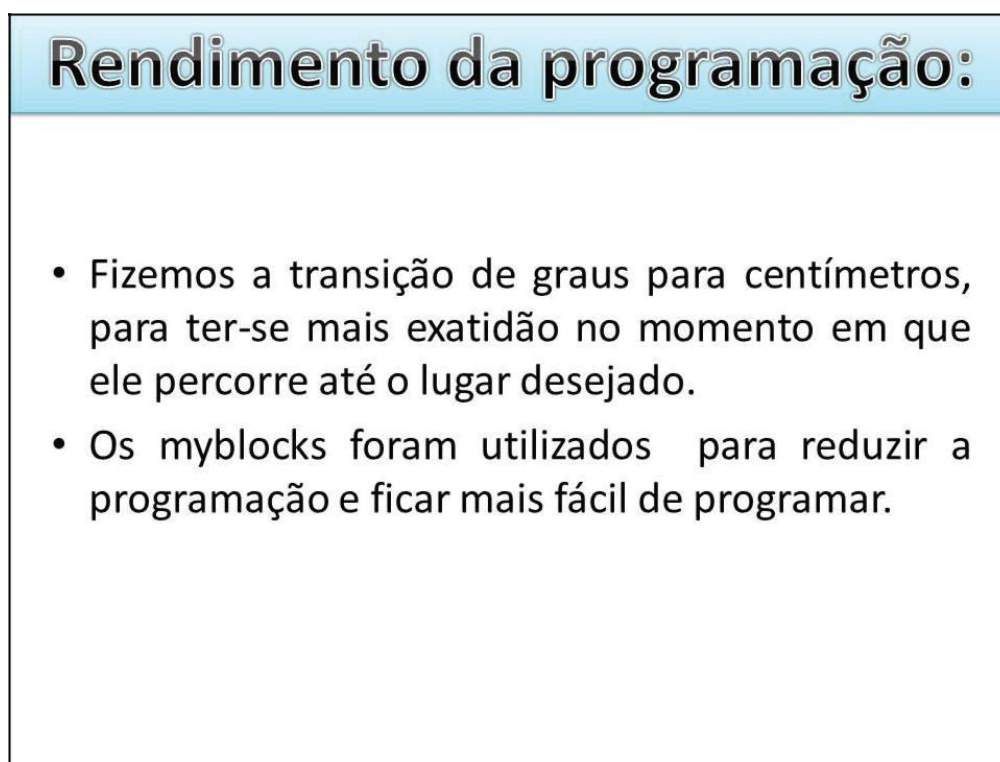
FAZENDO:156

FONTE: Portfólio dos estudantes, arquivo pessoal (2019).

A FIGURA 24 é o registro do portfólio feito pelos estudantes explicando a estratégia de lançamento da equipe apresentado na sala de avaliação do robô, ou seja, os estudantes explicitaram quais missões escolheram cumprir em 2 minutos e 30 segundos, bem como a pontuação que esperavam alcançar.

Na FIGURA 25, os estudantes ressaltam a conquista ao conseguirem fazer uma programação que transformasse a medida em graus para centímetros, semelhante a programação mostrada na seção 2.1.2. Aqui, o docente pode aproveitar para trabalhar o conceito de medidas e as operações básicas, porém o mais exigente é compreender e escrever o algoritmo que resolveria o problema, ter conhecimento da programação exige raciocínio lógico e domínio da linguagem própria do software.

FIGURA 25 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



FONTE: Portfólio dos estudantes, arquivo pessoal (2019).

A FIGURA 26 representa um registro comum às equipes de robótica, o professor pode aproveitar desse registro para desenvolver situações desencadeadoras de aprendizagem sobre porcentagem e probabilidade.

FIGURA 26 – REGISTRO DOS RESULTADOS DOS LANÇAMENTOS

<p>• Data: 19/11/2018</p> <p>4:50 hora que terminamos a contagem dos acertos e erros do robô. Começamos a programar o funcionamento da garra da 2° saída.</p> <p>TOTALIZANDO: Tentativas:23</p> <p>Erros10</p> <p>Acertos:13</p>
<p>• Data: 20/11/2018</p> <p>4:50 hora que terminamos a contagem dos acertos e erros do robô. Continuamos a programar o funcionamento da garra da 2° saída.</p> <p>TOTALIZANDO: Tentativas:29</p> <p>Erros:15</p> <p>Acertos:14</p>

FONTE: Portfólio dos estudantes, arquivo pessoal (2019).

É possível perceber que os sujeitos envolvidos no projeto de robótica da rede se sentem “motivados” a desempenharem as ações necessárias para se desenvolverem e estarem em atividade de aprendizagem. Lembrando que Leontiev (1983) considera que as condições sociais trazem em si mesmas os motivos e objetivos de sua atividade, bem como as ações e operações, não como uma repetição, pois são relações complexas em movimento. Fazendo com que os sujeitos estejam em atividade, ora por motivos compreensíveis, ora por motivos eficazes. Considerando que o que diferencia uma atividade de outra é o seu objeto, algumas oportunidades de aprendizagem dos conteúdos escolares durante o desenvolvimento do projeto na rede acabam escapando, em função de não se aproximarem do objeto da atividade de ensino que é ensinar o conhecimento científico, porém não se pode dizer que os envolvidos não estejam em atividade, mas muitas vezes direcionadas aos outros fins.

Compreendendo a importância do sentimento de equipe no projeto de robótica e como impacta positivamente nos sujeitos, o próximo isolado revelará a coletividade e o desenvolvimento humano, bem como as ações e transformações geradas.

5.2 ISOLADO 2: COLETIVIDADE E O DESENVOLVIMENTO HUMANO

A organização dos isolados tem a intenção de nos permitir olhar em profundidade os aspectos que nos permitem responder à problemática de pesquisa. Esse segundo isolado, em especial, destaca como a coletividade e o desenvolvimento humano dos sujeitos situados no projeto é fundamental. Com o intuito de revelar que o projeto de robótica não é um grupo qualquer e destacar aspectos da coletividade que foram percebidos durante as situações de aprendizagem acompanhadas, configura-se o primeiro episódio.

Os valores da FLL, *Core Values*, comentados na seção 2.2, ao serem colocados em prática, valorizam a coletividade e contribuem para a formação de valores que mudam a conduta dos envolvidos. O motivo inicial é um motivo compreensível, pois é a exigência do torneio. Contudo, com o passar do tempo, as ações são interiorizadas e transcendem o torneio. A pesquisa revela que os sujeitos ao cuidarem para serem graciosos em tudo o que fazem, “*Gracious Professionalism*”, alteram a sua forma de se reportar aos outros, a conduta frente às situações em grupo e a preocupação em deixar uma boa impressão nos diversos ambientes que frequentam passa a ser uma rotina.

5.2.1 Episódio 1: Critérios de coletividade

Ao relembrar o conceito de coletividade já considerado anteriormente tem-se que:

Uma coletividade não é simplesmente uma reunião nem um grupo de indivíduos que cooperam entre si. Uma coletividade é um conjunto de pessoas norteadas num sentido determinado, um conjunto de pessoas organizadas que têm à sua disposição os organismos da coletividade. (MAKARENKO, 1986, p. 135).

Os autores Petrovski (1986), Makarenko (1986) e Rubtsov (1996) elencam critérios que determinam a coletividade na perspectiva histórico-cultural. Os aspectos centrais já destacados foram apresentados no QUADRO 5 da seção 3.3.2 e norteou as observações da pesquisadora ao analisar os dados do diário de bordo e portfólio dos estudantes, buscando reconhecer na equipe de robótica a coletividade.

O primeiro critério analisado é se havia atos comunicativos com conteúdo e pela maneira que aconteciam, se a interação entre os sujeitos era constante durante os encontros, este critério foi contemplado, afinal em nenhum momento foi visto um estudante isolado ou trabalhando sozinho.

O segundo critério analisado foi a produtividade, como os resultados dependiam da qualidade do trabalho de cada um, fato que pôde ser percebido por meio das divisões de trabalho na equipe. Para cumprir simultaneamente as três categorias do campeonato (Robô, Pesquisa, Core Values) o professor divide os estudantes em pequenos grupos, cada pequeno grupo confia plenamente no trabalho desenvolvido pelos colegas, os sujeitos reconhecem a sua contribuição e responsabilidade no trabalho coletivo.

O terceiro critério foi a responsabilidade pela causa comum. É possível perceber que as ações são norteadas pela causa comum e que cada integrante tem clareza da sua responsabilidade, ou seja, todas as ações convergem para um mesmo fim, compartilhado por todos os integrantes do projeto.

A cena a seguir foi retirada de um diálogo sobre a organização das tarefas no terceiro encontro, o recorte reforça o sentimento de pertencimento e responsabilidade individual ao mesmo tempo em que reflete a compreensão que para o bom desempenho coletivo é inevitável que cada integrante apresente resultados adequados.

Personagem 3: “Cada um tem uma responsabilidade, todos são importantes para que a equipe vá bem!” (P3, A3).

Personagem 8: “A gente se esforça para melhorar por causa da equipe.” (P7, A3).

O quarto critério analisado foi se um participante utiliza o ponto de vista do outro, de maneira que pode transformar-se em condição do trabalho coletivo, critério trabalhado pelo professor através das dinâmicas de grupo e através da própria convivência da equipe os sujeitos aprendem a abrir mão de suas opiniões pessoais para o bem comum. As cenas a seguir da sessão reflexiva que aconteceu no oitavo encontro, reforçam o critério.

Participante 6: “[...] aprendi que a minha opinião não é sempre a certa. Porque antes era a minha e pronto.” (P6, SRE8)

Participante 3: “[...] escuto mais. [...] Preciso melhorar ainda mais para contribuir com a minha equipe.” (P1, SRE8)

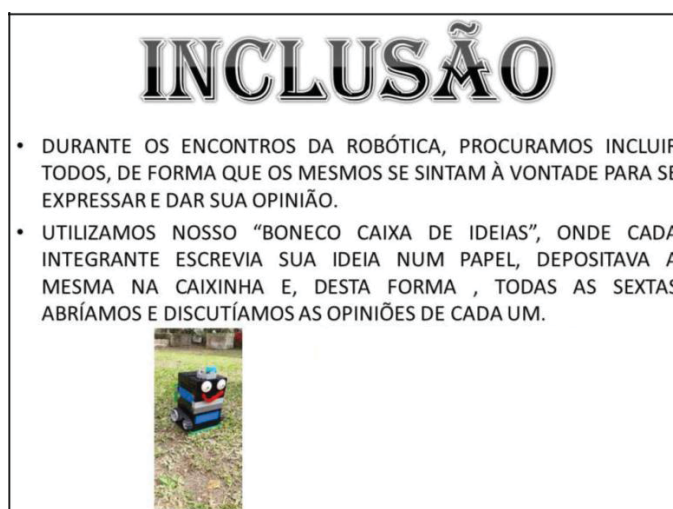
Participante 5: “A gente tem que aprender a ser menos egoísta. A gente tem que ceder. A gente tem que ouvir a opinião de todos e depois encontrar uma solução comum.” (P5, SRE8)

Portanto, é possível reconhecer no grupo observado a coletividade, inclusive há indícios que, a partir desta constatação, da experiência da pesquisadora e da pesquisa realizada, seja possível dizer que a coletividade é uma característica presente na maioria das equipes de robótica.

Faz-se necessário ressaltar que Makarenko (1986) comenta da influência da tradição e como a mesma fortalece a coletividade e o trabalho educativo, fato possível constatar na equipe, uma vez que os novos integrantes sentem que devem, pelo menos, manter o bom trabalho realizado pelos colegas em anos anteriores, valorizando e respeitando a história construída pela equipe no decorrer dos anos. Os estudantes de maneira subliminar se preocupam em conquistar resultados iguais ou melhores do que os apresentados anteriormente.

As cenas a seguir serão compostas por imagens do portfólio apresentado na sala de avaliação do *Core Values*, as imagens representadas na FIGURA 27, FIGURA 28 e FIGURA 29 revelam os elementos da coletividade já mencionados e considerados nesta pesquisa

FIGURA 27 – CONSIDERANDO A OPINIÃO DE TODOS



FONTE: Portfólio dos estudantes- arquivo pessoal (2019).

FIGURA 28 - DINÂMICAS QUE REFORÇAM O TRABALHO EM EQUIPE



FONTE: Portfólio dos estudantes- arquivo pessoal (2019).

FIGURA 29 – PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES NA VIVÊNCIA DOS CORE VALUES

- DURANTE OS TREINOS E ENCONTROS, BUSCAMOS SEMPRE UTILIZAR OS VALORES DA FIRST, POIS, DESSA FORMA, MELHORAMOS A CONVIVÊNCIA COM A EQUIPE.
- O VALOR QUE MAIS GOSTAMOS É: “NÓS NOS DIVERTIMOS”, POIS, LEVAMOS ELE MUITO A SÉRIO, KSKSKSKSKS!
- PARA QUE CADA INTEGRANTE SE SENTISSE IMPORTANTE, FIZEMOS DISCUSSÕES PARA CADA TOMADA DE DECISÕES, NAS TRÊS ÁREAS.
- OS MEMBROS RELATARAM QUE DEPOIS DA EXPERIÊNCIA COM A FLL A CONVIVÊNCIA COM OS FAMILIARES FICOU MAIS HARMONIOSA, USANDO O VALOR “SOMOS UM TIME”.



FONTE: Portfólio dos estudantes- arquivo pessoal (2019).

Os sujeitos, ao perceberem como a organização na coletividade favorece o processo educativo e que a divisão de tarefas é importante, decidiram chamar de „descoberta” conforme a FIGURA 30, retirada do portfólio do robô.

FIGURA 30 - DESCOBERTA: A DIVISÃO DE TAREFAS



FONTE: Portfólio dos estudantes- arquivo pessoal (2019).

Ainda para os autores Petrovski (1986), Makarenko (1986) e Rubtsov (1996) um elemento presente na coletividade é a aprendizagem a partir das trocas com os mais experientes, durante os encontros de robótica observados foi possível perceber que os estudantes recorrem, muitas vezes, aos colegas mais experientes para tirarem as suas dúvidas e também se dirigem ao professor. As cenas a seguir são recortes de um diálogo realizado durante o sétimo encontro que revelam a aprendizagem entre os pares:

Pesquisadora: Quem você procura quando tem dúvida? (PE, A7)

Participante 4: Eu aprendo com X e com XX. São os que mais me ensinam. (P6, A7)

Participante 8: Com os meus amigos. (P8, A7)

Participante 6: Assim... eu pergunto para a X ou para XXX porque eles estão há mais tempo e sabem mais coisas do que eu, se eles não sabem pergunto para o professor e quando o professor não sabe eu vou pesquisar até aprender o que era aquilo. Porque se eu não aprendo, Meus Deus! Vou até conseguir.(P6, A7)

Além de procurarem profissionais de diferentes áreas para que os orientem na resolução do problema como foi percebido durante a palestra no quarto encontro observado.

Ressalta-se que a vivência dos valores da FLL favorecem as equipes a não serem grupos quaisquer e por isso há uma certa dificuldade em separar a coletividade do *Core Values*, o que se explica pela própria compreensão do conceito de isolado. Todavia, para uma compreensão mais profunda será feito um recorte e apresentado como o episódio 2 na seção seguinte.

5.2.2 Episódio 2: Vivência dos *Core Values*

A equipe de robótica ao vivenciar os valores da FLL, *Core Values*, vão aos poucos os colocando em prática nos diferentes espaços que convivem e em diferentes situações. As dinâmicas de grupo organizadas pelo professor ajudam no desenvolvimento dos estudantes ao mesmo tempo que os prepara para a sala de avaliação dos *Core Values*, nesta avaliação os alunos terão cerca de 5 minutos para apresentarem criativamente registros e situações que demonstrem que são um grupo coeso, que aprenderam uns com os outros, que o técnico não tem todas as respostas mas que juntos buscam as respostas, que o que aprendem é mais importante do que aquilo que ganham, que vivenciam a competição amigável ajudando alguma equipe a se preparar para o campeonato, que são *Gracious Professionalism* em tudo o que fazem e, acima de tudo, que se divertem! Nesta sala, os juízes propõem uma dinâmica à equipe para rapidamente testar as habilidades de resolverem problemas em equipe e verificar se o que a equipe apresentou é possível ser percebida em ações.

Neste episódio são apresentadas cenas da vivência dos *Core Values* que podem ser associados à teoria, pois, sem saber, a equipe em atividade se aproxima dos pressupostos de Vygotsky (1989), Petrovski (1986), Makarenko (1986) e Rubtsov (1996) ao considerarem que o sujeito interagindo com indivíduos mais experientes vai se desenvolvendo. Bem como se aproxima de Moura (1996, 2001,

2010) quando define que a partir de um problema desencadeador, o sujeito busca as ferramentas intelectuais para resolvê-lo e estabelece as condições mais favoráveis para o desenvolvimento das soluções e ainda Rubtsov (1996) quando considera que um dos elementos para ser uma atividade é que ela seja coletiva, então um dos objetivos das ações a serem desenvolvidas é permitir que os sujeitos vivenciem a resolução de problemas coletivamente, de maneira colaborativa e significativa, permitindo que os sujeitos envolvidos estejam em atividade.

Durante as observações, percebe-se que há uma história construída na equipe, o nome da equipe traz de maneira subliminar os integrantes antigos, o conhecimento conquistado sobre robótica e compartilhado com os novos integrantes no decorrer dos anos, fazendo com que os novos desejem ir além do que os anteriores já conquistaram, ou seja, eles vivenciam que o conhecimento é histórico e social, conforme os pressupostos da THC. Comprovada no registro abaixo:

Participante 5: “Somos uma equipe! Os antigos representaram muito bem a nossa escola e a nossa equipe, a gente não pode fazer feio. [...] O que eles já aprenderam de como fazer as coisas e de programação deixa mais fácil para a gente, é só melhorar!” (P5, A8)

As dinâmicas observadas e realizadas com a orientação do docente desenvolvem o respeito, a empatia, a tolerância e o espírito de equipe ao mesmo tempo em que os estudantes se divertem e são desafiados. A FIGURA 31, retirada do portfólio dos estudantes apresentado na sala de avaliação dos *Core Values* é um registro dessas experiências através da dinâmica do balde, do bambolê e do quadrado.

FIGURA 31 – OS CORE VALUES NAS DINÂMICAS DE GRUPO



FONTE: Portfólio do *Core Values*, arquivo pessoal (2019).

Durante a sessão reflexiva com os estudantes no oitavo encontro, a pesquisadora questionou se a participação no projeto contribuiu no aprendizado de alguma disciplina escolar, a maioria dos estudantes lembrou-se da matemática, mesmo sendo velada a presença dos conceitos matemáticos durante os encontros, fato confirmado pela primeira fala do diálogo da cena abaixo:

Participante 6: “Ajuda em matemática, nas medidas e na geometria, e também em artes. Aqui eu participo mais. (P6, SRE8)

Pesquisadora: “E por que você participa mais aqui?” (PE, SRE8)

Participante 6: “Por causa da convivência, da amizade (pausa) a gente passa todos os dias juntos.” (P6, SRE8)

Pesquisadora: “Mas lá na escola, vocês também passam todos os dias juntos.” (PE, SRE8)

Participante 6: “Aaaahhh! (pausa) A convivência é diferente!” (P6, SRE8)

A cena acima e os registros do diário de bordo revelam que há indícios que o espaço físico, a maneira pela qual os sujeitos interagem entre si e a motivação sejam alguns dos diferenciais entre aprender na sala de aula e no projeto de robótica, pois se percebeu maior comprometimento dos sujeitos e um progresso dos estudantes cheio de significados.

As cenas a seguir revelam as contribuições que a participação no projeto trouxeram aos estudantes, foram recortes da sessão reflexiva com os estudantes e da sessão reflexiva com o docente realizada no oitavo encontro:

Participante 6: “Ter meus amigos por perto me deixa mais feliz e faz diferença em tudo até na minha convivência familiar. (pausa) Eu era muito tímida, eu não conseguia falar. Eu não estaria aqui conversando com você, aprendi que a minha opinião não é sempre a certa. Porque antes era a minha e pronto. Agora tem vezes que nem dou a minha opinião.” (P6, SRE8)

Participante 3: “Minha mãe diz que eu mudei muito depois que entrei na robótica, deixei de ser tão brigueta, escuto mais. [...] Preciso melhorar ainda mais para contribuir com a minha equipe.” (P1, SRE8)

Participante 7: “A gente aprende na prática, por isso é melhor do que na sala de aula.” (P7, SRE8)

Participante 1: “Eu era mandona, as pessoas até se afastavam, agora sei ouvir...” (P3, SRE8)

Participante 8: “Aqui eu tenho mais interesse e eu acho que por isso aprendo mais.” (P8, SRE8)

Participante 4: “Era para eu não ter nada na vida. (pausa) Estudos... Nada...Só que agora eu tenho bastante, como ninguém acreditava. (P4, SRE8)

Pesquisadora: Então você mudou muito, me conta como era antes. (PE, SRE8)

Participante 4: “Eu era uma pessoa nem aí para os estudos e deixava a Deus dar as notas. Agora eu estou muito orgulhoso pelas minhas notas, tudo acima de 70 e 80. [...] Estou feliz, porque os professores disseram que meu comportamento em sala está melhor. Antes eles não me elogiavam.” (P4, SRE8)

Pesquisadora: Que legal! Parabéns! E você mudou por causa da robótica? (PE, SRE8)

Participante 4: Não só por isso, por eu dedicar a minha vida a robótica. Agora „tô“ ficando mais calmo, mais esforçado, „tô“ melhor. (P4, SRE8)

Docente: “Para trabalhar os valores da FLL escolho dinâmicas que desenvolvam habilidades pessoais e em equipe. Que valorizem o respeito, a empatia, a confiança, a escuta, o bom relacionamento entre os alunos. Você sabe que o Core Values muda o jeito de todo mundo, com certeza somos pessoas melhores depois de passar pelas experiências na FLL.[...] Sou mais paciente, o que é óbvio para mim não é para eles [...] Busco materiais para levar para a sala de aula, às vezes levo exemplo daqui” (D, SRD8)

Em algumas dessas cenas, fica evidente como as relações entre os sujeitos vão se transformando, como eles mesmo vão se conscientizando de suas ações, do respeito aos colegas, de sua importância no processo coletivo. Esse conjunto de cenas traz indícios de compreensões mais humanizadas e possibilidades de humanização no processo educativo se aproximando da proposição de Moura (1996) que defende o elemento humanizador do professor durante o ato de educar, o que transforma a experiência em algo complexo. Também vai ao encontro do entendimento de Panossian e outros (2017) quando menciona o processo de olhar o professor no intuito de investigar “modos de compreender o fenômeno educação em movimento, tendo como meta a compreensão acerca da organização do trabalho do professor visando uma educação humanizadora” (PANOSSIAN, 2017, p. 17).

Percebe-se que há mudança de comportamentos dos sujeitos, as ações vivenciadas fazem com que atribuam novos sentidos e significados e desenvolvem habilidades cognitivas que contribuem para posterior aprendizagem dos conhecimentos científicos. Afinal, as ações colocaram os sujeitos em atividade, todavia, não sendo, neste caso, atividade de aprendizagem dos conteúdos escolares.

Salienta-se que determinadas ações como arrumar as caixas bagunçadas com peças LEGO, apesar de acontecerem no coletivo não atribuem significado ao sujeito, portanto o mesmo não estará em atividade, visto que mais se aproxima de um mecanismo de seleção, organização e repetição. Apesar de não colocar o sujeito em atividade a ação do mesmo traz benefícios à equipe e ao desenvolvimento do trabalho todo e os outros participantes reconhecem a importância desta ação naquele contexto. Contudo, o desenvolvimento do projeto cria situações de aprendizagem na qual é possível que o professor use de diferentes tipos de ações para ajudar os estudantes a desenvolverem suas habilidades sociais e emocionais, aproveitando que os sujeitos estão engajados em algo que lhes interessa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, destaca-se que as considerações aqui evidenciadas são provenientes da observação de um projeto de robótica da RME e dos motivos que colocaram a pesquisadora nesse movimento de pesquisa. Portanto, não tem a pretensão de serem entendidas como verdades absolutas, mas sim um estudo que revela algumas ações do professor de matemática que podem contribuir para o ensino de matemática e favorecer o desenvolvimento dos sujeitos durante os encontros do projeto. Nessa direção e em decorrência de todo o caminho percorrido, certamente permitem à pesquisadora um olhar mais profundo sobre algo ao qual já havia vivenciado por muitos anos, mas que não se tinha tanta atenção sobre o lugar de sua atividade de ensino no cenário de um projeto de robótica.

Em consonância com o referencial já explicitado, ressalta-se a importância da ação intencional do professor diante dos desafios encontrados no desenvolvimento do projeto de robótica, lembrando Moura et al. (2010) ao considerar que a atividade humana intencional é adequada a um fim e orientada por objetivos, por meio da qual o homem transforma a natureza e a si mesmo. Sugere-se que o docente crie situações desencadeadoras de aprendizagem durante os encontros, pois se o professor não tem intencionalidade no ensino corre o risco de perder o seu propósito durante o processo e minimizar o potencial de articulação com o ensino que o projeto de robótica possui. As situações de aprendizagem durante o projeto de robótica são ricas oportunidades de exploração e devem ser aproveitadas, por isso, quanto maior a intencionalidade das ações maior é a chance de aproveitamento das interações entre os sujeitos. As ações do professor de robótica revelaram o desenvolvimento da autonomia dos estudantes na tomada de decisões coletivas, na capacidade de elaborar projetos e portfólios de registros do processo de aprendizagem, bem como, a capacidade de trabalho em equipe, a empatia e favoreceu o desenvolvimento das competências lógicas e habilidades matemáticas, além de incentivar que os estudantes desenvolvessem a organização e o planejamento das ações para o cumprimento das metas semanais.

Sabe-se que a robótica educacional é, atualmente, uma vertente ao uso da tecnologia em ambientes de aprendizagem e apesar de estar em destaque nas redes de ensino, é preciso cuidado para que não a entenda como solução dos problemas educacionais ou que é possível ensinar todos os conteúdos escolares

através dela. Nesse sentido, a robótica não deve substituir formas “menos” tecnológicas de atuação pedagógica, mas sim fazer parte de combinações de diferentes experiências que possam gerar novos conhecimentos. O encantamento da pesquisadora na temática se dá por perceber como esse espaço de aprendizagem, muitas vezes não formal, permite que os sujeitos estejam em atividade e que a formação humana acontece de maneira concreta. Portanto, faz-se necessários alguns apontamentos: cuidado para não ignorar as dificuldades encontradas pelos docentes em ensinar a programação e/ou a construção dos modelos robóticos, principalmente quando não se tem manual e precisam resolver algum problema real. Tendo em vista que os professores da rede municipal de educação de Curitiba não são formados nessa área, bem como tantos outros professores que gostam de tecnologia e são movidos pela necessidade de oportunizar a robótica educacional aos seus alunos, sugere-se, então, prudência ao querer enquadrar a robótica no currículo escolar, principalmente em salas de aula tradicionais, pois é possível que, ao enquadrar em aulas de 50 minutos, se fragmente o processo da construção do conhecimento, tendo em vista que dificilmente a construção realizada por um estudante pudesse ser deixada num lugar para que na aula seguinte ele continuasse do mesmo ponto, portanto o curto espaço de tempo e a falta de espaço seria um fator de dificuldade. Ressalta-se, ainda, a dificuldade em estabelecer a relação entre a matemática e a robótica, bem como entre a teoria e a prática, uma vez que mesmo durante o projeto de robótica extracurricular observado é percebida a dificuldade em explicitar a associação das experiências robóticas com o conteúdo curricular da matemática. Sem falar que a obrigatoriedade como disciplina poderia inibir a possibilidade dos alunos gerarem motivos compreensíveis para as aulas de robótica e acredita-se que os sujeitos aproveitariam menos das experiências de aprendizagem entre os pares, visto que o aluno que sabe menos não teria a oportunidade de aprender com o que tem mais experiência em função de todos estarem na mesma turma.

Em concordância com a perspectiva da THC, para que ocorra a aprendizagem e, posteriormente, o desenvolvimento cognitivo, é necessário a mediação. Observou-se que durante os encontros, muitas vezes, os estudantes trabalhavam sozinhos, a ausência do professor no mesmo ambiente que o aluno reduz as perguntas que o levam a buscar pelas respostas ou ajude-o a raciocinar sobre as dúvidas, o que dificulta o trabalho da zona de desenvolvimento proximal de

cada sujeito. Salieta-se que a presença física do professor não garante a mediação, visto que é a atenção docente às limitações e aos saberes pré-existentes que vão identificar a zona de desenvolvimento proximal. E, a partir daí, criar as situações desencadeadoras que o coloquem em atividade de aprendizagem. Sugere-se que o professor de matemática durante as suas aulas esteja atento ao ato de mediar, afinal não é apenas a exposição ou explicação de um determinado conteúdo, é propor ações que coloquem os sujeitos em movimento, formando novos conceitos que façam sentido aos estudantes, sendo capaz de aplicá-los em diferentes situações do cotidiano. Lembrando que no método de ensino em que se utiliza definições isoladas do objeto de conhecimento e que, muitas vezes, não traz nenhum sentido para o aluno, pois há um engessamento no processo de formação e diminui a possibilidade dos sujeitos estarem em atividade.

Lugli (2019) considera que o robô é um instrumento de transformação que altera o ambiente, não apenas pelo seu uso, mas por possibilitar a investigação de cada ação realizada, tendo em vista que media as relações físicas e cognitivas do sujeito com o meio no qual está inserido. Percebeu-se que a ação do professor de matemática ao ensinar a programação do robô foi uma experiência envolvente para alguns estudantes, pois são constantemente desafiados a resolverem problemas de maneira lógica e organizada, além de ser uma possibilidade de aprendizagem da sequência lógica, algoritmos e conceitos algébricos. O torneio da FLL, ao cobrar a programação do robô, não tem como objetivo tornar os estudantes especialistas, mas, de maneira subliminar, desenvolver o pensamento computacional, entendido como a capacidade de resolver problemas, criando e interpretando códigos. Inclusive, é possível dizer que Papert (1971) ao propor que sua teoria fazia referência ao pensamento computacional, porém o termo “pensamento computacional” ou *computational thinking* veio à tona com o artigo de Jeannette M. Wing, em 2006, no qual ela afirma que o “pensamento computacional se baseia no poder e nos limites de processos de computação, quer eles sejam executados por um ser humano ou por uma máquina” (WING, 2006, p. 33). A autora ainda afirma que pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos e que é preciso acrescentar o pensamento computacional à capacidade analítica de cada criança (WING, 2006).

Para Vygotsky (1998), a interação, principalmente a face a face, tem uma função central no processo de internalização o que atribui um papel privilegiado ao

professor e durante as dinâmicas realizadas pelo docente percebeu-se que os estudantes gerenciavam o tempo e conflitos, desenvolviam a empatia a persistência. Em equipe trabalhavam para resolver os desafios e desenvolviam soluções inovadoras para o projeto a ser apresentado no torneio.

Ao olhar a sala de aula de matemática e a robótica lembrou-se de Ribeiro (2011), ao afirmar que o professor está em atividade de ensino quando se move na direção de seu objeto, conseqüentemente, o que move o professor para a satisfação de suas necessidades é o ensino. Podendo acontecer de o professor realizar algumas ações de ensino, mas o conjunto dessas ações não agrega ao processo de aprendizagem dos estudantes. Fato que, infelizmente, acontece tanto na sala de aula de matemática quanto na robótica, por isso é necessário um olhar atento do professor ao definir as ações e operações que coloquem os estudantes em atividade de aprendizagem, para que assim o professor esteja em efetiva atividade de ensino.

O projeto institucional de robótica da rede municipal teve algumas mudanças em 2019, como uma tentativa de desvincular a participação nos torneios, o projeto deveria atender no mínimo 15 alunos e apresentar um projeto que envolvesse um protótipo criado e testado pelos estudantes. E se o professor responsável pelo projeto tivesse interesse em participar de torneios deveria apresentar outro projeto com dois meses de antecedência da data da competição, incluindo possíveis gastos, e aguardar a aprovação da secretaria. A unidade observada recebeu 10 kits do Ludobot, mencionado na seção 2.3, para uso de toda a comunidade escolar. Salienta-se que neste período de mudanças, o professor acompanhado deixou o projeto.

Diante do exposto durante o processo de acompanhamento e análise dos dados, foi possível sintetizar algumas das ações que podem favorecer a atividade pedagógica do professor responsável pelo projeto de robótica. Dentre esse conjunto de ações, destacam-se:

- conhecer os pressupostos da Teoria da Atividade e da Atividade Orientadora de Ensino apresentados na pesquisa podem contribuir à tomada de consciência docente com relação as suas ações durante o projeto. As reflexões podem trazer um novo olhar sobre a prática pedagógica e novas ações inclusive na rotina de sala de aula ao organizar o ensino.

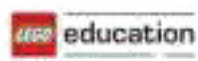
- durante a formação da equipe, na medida do possível, estabelecer critérios que favoreçam reconhecer os diferentes perfis dos estudantes e que não privilegie apenas o bom aluno ou reforce a exclusão no processo educacional.
- reconhecer a importância da coletividade do processo de aprendizagem e favorecer a organização de situações de ensino que privilegiem as trocas de saberes entre os que sabem mais com os que sabem menos.
- quando for possível, explicitar os conteúdos matemáticos envolvidos durante as situações de aprendizagem, planejando situações de ensino com o intuito de aproximar os saberes escolares das experiências com a robótica;
- ressaltar a importância da criatividade, do raciocínio lógico e da proatividade nas situações de aprendizagem que favoreçam o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Uma limitação deste estudo foi que ele envolveu um número reduzido de sujeitos e não foi possível captar mais dados que pudessem contribuir nas ações do professor de matemática em suas aulas curriculares. Sugere-se, portanto, que em trabalhos posteriores sejam feitas análises sobre a programação e o pensamento computacional, sobre as políticas educacionais e a cultura *maker* envolvendo a robótica, bem como pesquisas que olhem para o estudante envolvido com a robótica educacional.

A pesquisa encerra-se apresentando uma foto que carrega a emoção e o envolvimento de uma técnica que não tinha a consciência de que o que move os sujeitos é a busca em satisfazer as suas necessidades e que estar em atividade é o ponto que diferencia as ações. Entretanto, desde aquela época acreditava que as ações docentes durante o projeto de robótica da rede municipal de Curitiba impactam na vida dos estudantes de maneira ímpar, pois possibilitam que os sujeitos estejam motivados e num constante movimento de aprendizagem. A foto foi registrada durante um *round*, lançamento do robô na mesa de missões, durante o World Festival em Saint Louis (EUA) em 2016 e que para grata surpresa, no ano seguinte, virou a foto oficial do manual mundial dos técnicos.

**FIRST
LEGO
LEAGUE**

Manual dos Técnicos



FONTE: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/04/d9/04d93052-ebaf-496e-ae19-82dd7b777c3c/manual_dos_tecnicos.pdf

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, T. M. **Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo tpack para professores que ensinam matemática**. 40 f. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias. Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017. Disponível em: <<http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>> Acesso em 10 fev 2020.

ANGONESE, A. T; ROSA, P. F. F; RODRIGUES, S. H. **Projeto de integração engenhariaescola para competições de robótica**. In: Anais- Workshop de Robótica Educacional, Fortaleza: Anais, 2012.

ARAÚJO, E. S. **Da formação e do formar-se: a atividade de aprendizagem docente em uma escola pública**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ASBAHR, F. **Sentido pessoal e Projeto político pedagógico: análise da atividade pedagógica a partir da psicologia histórico-cultural**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2005.

ASIMOV, I. **Eu, robô**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

AZEVEDO, T. **Diferenças entre construtivismo e construcionismo**. Disponível em: <<https://psicoativo.com/2017/03/diferencas-entre-construtivismo-e-construcionismo-psicologia.html>>. Acesso em 8 mar. 2019.

BARBOSA, F. C. **Educação e Robótica Educacional na escola pública: as artes do fazer**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2011.

BNCC, **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRITO, R. S. **A PESQUISA BRASILEIRA EM ROBÓTICA PEDAGÓGICA: um Mapeamento Sistemático com foco na Educação Básica**. Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

BYBEE, R. W. **The case of STEM education: Challenges and Opportunities**. EUA: NSTA Press, 2013.

CABRAL, C. P. **TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: da informatização à Robótica Educacional**. Publicado em 2012. Disponível em: <<http://www.natalnet.br/lars/wre2012/pdf/106527.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2018.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologia e Robótica na Educação Básica**. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CAMPOS, F. R.. **Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017. Disponível em: . E-ISSN: 1982-5587. Acesso em 10 fev. 2020.

CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. 9. ed. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 1989.

CEDRO, W. L. **O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de matemática: uma perspectiva histórico-cultural**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação: Universidade de São Paulo, 2008.

CEDRO, W. L.; NASCIMENTO, C. P. Dos métodos e das metodologias em pesquisas educacionais na Teoria Histórico-Cultural. In: MOURA, O. M. (Org.). **Educação escolar e pesquisa na Teoria Histórico-Cultural**. São Paulo: Loyola, 2017.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2002.

CURITIBA, **Robótica Educacional Curitiba**. Disponível em: <http://multimedia.cidadedoconhecimento.org.br/CidadeDoConhecimento/lateral_esquerda/menu/downloads/arquivos/10892/download10892.pdf>. Acesso em 10 mar. 2019.

CURITIBA, **Novos kits de robótica ampliam possibilidades em sala de aula**. Disponível em: <http://cidadedoconhecimento.org.br/cidadedoconhecimento/cidadedoconhecimento/index.php?subcan=7&cod_not=43249>. Data de publicação: 12/04/2019. Acesso em: 7 mai. 2019.

D'ABREU, J. V. **Ambiente de aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados**. In BARANAUSKAS, M. C., MAZZONE, J., VALENTE, J. A. (org.) Aprendizagem na era das tecnologias digitais. São Paulo: Editora Cortez, 2007.

DANIELS, H. **Vygotsky e a pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003.

DAVIDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**. Moscou: Editorial Progreso, 1998.

DUARTE, N. **Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia e A. N. Leontiev**. Campinas: Cad Cedes, 2004. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em 17 set. 2018.

EGUCHI, A. **Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation**. Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. Padova, 2014, p. 27-34.

FLL, **First LEGO League**. Disponível em: <<http://www.firstLEGOeague.org/about-fll#core-values>>. Acesso em 1 abr. 2019.

FLL, **First LEGO League**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/sesi/canais/torneio-de-robotica/temporada-2018-2019/#tab-l-5>> Acesso em 20 mar. 2019.

FONTES, L. S. **A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: em busca de sentidos pedagógicos**. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FORTE, A.; GUZDIAL, M. **Computers for communication, not calculation: media as a motivation and context for learning**. In: Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/1265259>> Acesso em 10 fev. 2020.

FORTES, R. M. **Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico**. Mestrado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

GARCIA, M. C. M. **ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano**. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

GATTI, B. A.; ANDRÉ, M. **Métodos Qualitativos de Pesquisa em Educação no Brasil: origens e evolução** Disponível em: <<https://www.uffs.edu.br/pastas-ocultas/bd/pro-reitoria-de-pesquisa-e-pos-graduacao/repositorio-de-arquivos/arquivos-do-programa-de-formacao/modulo-vii-pesquisa-qualitativa-parte-ii/@@download/file>>. Acesso em 17 mar. 2019.

GOMIDE, D. C. **O materialismo histórico- dialético como enfoque metodológico para a pesquisa sobre políticas educacionais**. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/jornada/jornada11/artigos/2/artigo_simposio_2_45_dcgomide@gmail.com.pdf>. Acesso em 3 mar. 2019.

HAREL, I. **Children Designers**. New York: Ablex, 1991.

JUNIOR, C. A. P. **Robótica Educacional aplicada ao ensino de Química: colaboração e aprendizagem**. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

KAHN, A. **LEGO Foundation endows media lab fellowships honoring Seymour Papert**. Disponível em: <<http://news.mit.edu/2017/LEGO-foundation-endows-media-lab-fellowships-honoring-seymour-papert-0126>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

KIM, C; KIM, D; YUAN, J; HILL, R; DOSHI, P; THAI, C. Robotics to promote elementary education pre-service teachers. In: **STEM engagement, learning, and teaching. Computers & Education**, 2015, p. 14–31.

LAUREANO, S. R. **CLUBES DE ROBÓTICA NA REDE MUNICIPAL DO RECIFE: Uma análise na perspectiva do engajamento estudantil**. Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

LEITÃO, R. L. **A dança dos robôs: Qual a Matemática que emerge durante uma atividade lúdica com robótica na educação?** Mestrado em Educação Matemática. Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2010.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia y Personalidad**. Cuba: Editorial Pueblo y educación, 1983.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à Teoria do Desenvolvimento da Psique Infantil. In: VIGOTSKII, L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11 ed. São Paulo: Ícone, 2010.

LUCIANO, A. P. G. **A ROBÓTICA EDUCACIONAL E A PLATAFORMA ARDUINO: estratégias construcionistas para a prática docente**. Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

LUCIANO, A. P. G. **A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COM A PLATAFORMA ARDUINO: uma contribuição para o ensino de Física**. Mestrado para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

LUGLI, L. C. Sobre educação especial e as possibilidades de mediação assistiva da robótica. In: Peralta, D. A. (Orgs.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

MAFFI, C. **INSERÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: desafios e possibilidades**. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MAKARENKO, A. S. **Problemas da educação escolar**. Moscou: Edições Progresso, 1986.

MARTINS, F. **Robótica educacional no Brasil**. Publicado 16 jan. 2012. Disponível em: < <https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/O-USO-DE-ROB%20TICA-EDUCACIONAL-COMO-MOTIVA%20O-A-APRENDIZAGEM-DE-MATEM%20TICA.pdf> > . Acesso em: 10 fev. 2020.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. **Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora**. In: Anais- Workshop de Robótica Educacional, Fortaleza: Anais, 2012.

MORAES, S. P. G. **Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em Matemática: Contribuições da Teoria Histórico-Cultural**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2008.

MORCELI, G. ; PRADO, J. P. A. Robótica educacional: do conceito de robótica aplicada à concepção dos kits In: Peralta, D. A. (Orgs.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

MORETTI, V. D.; MARTINS, E.; SOUZA, F. D. Método histórico-dialético, Teoria Histórico-Cultural e educação: algumas apropriações em pesquisas sobre formação de professores que ensinam matemática. Org: MORETTI, V. D. e CEDRO, W. L. In: **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL UM OLHAR SOBRE AS PESQUISAS**. Campinas: Mercado das Letras, 2017.

MOURA, M. O. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A. D. E. CARVALHO, A. M. P. **Ensinar a Ensinar**. São Paulo: Pioneira, 2001.

MOURA, M. O. **O educador matemático na coletividade de formação: uma experiência com a escola pública**. Tese (Livre Docência em Metodologia do Ensino de Matemática). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MOURA, M. O. **A Atividade de Ensino como Unidade Formadora**. São Paulo: Revista Bolema, ano II, nº 12, p. 29-43, 1996.

MOURA, M. O.; ARAÚJO, E. S., MORETTI, V. D.; PANOSSIAN, M. L.; RIBEIRO, F. D. A atividade orientadora de ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. In: MOURA, Manoel O. (Coord.). **A atividade pedagógica na Teoria Histórico-Cultural**. Brasília, DF: Líber Livro, 2010.

MOURA, M. O.; SFORNI, M. S. F.; ARAÚJO, E. S. **Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino**. Maringá: Revista Teoria e Prática da Educação, v. 14, nº 1, p. 39-50, 2011.

NASCIMENTO, G. M. **Uso da robótica no ensino de proporção aos alunos do ensino fundamental II**. Mestrado em Educação Matemática, Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2012.

NETO, J. O. O.; BRITO, L. P. S.; MOURA, M. I. B. **ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DAS CIÊNCIAS E SUA RELAÇÃO COM A TEORIA DA ATIVIDADE DE LEONTIEV**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências. Disponível em: file:///C:/Users/Microsoft/Desktop/Mestrado/Defesa/robótica%20THC/artigo%20robótica%20e%20thc.pdf. Acesso em: 1fev 2020.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.

ORTOLAN, I. T. **Robótica Educacional: uma experiência construtiva**. 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PANOSSIAN, M. L. et al. **A atividade orientadora de ensino como pressuposto teórico-metodológico de pesquisas**. Reflexão e Ação, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 3, p. 279-298, set. 2017. ISSN 1982-9949. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/article/view/9765>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

PAPERT, S. **A maior vantagem competitiva é a habilidade de aprender**. São Paulo: Super Interessante, 2001. Entrevista concedida a Ana de Fátima Souza. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/a-maior-vantagem-competitiva-e-a-habilidade-de-aprender/>. Acesso em 5 mai. 2019.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Artes Médicas: Porto Alegre, 1994.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. EUA: Basic Books, 1980.

PAPERT, S; SOLOMON, C. **Twenty Things to do with a Computer. Artificial Intelligence Memo**, MIT AI Laboratory, Cambridge, 1971. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED077240>>. Acesso em 2 nov. 2019.

PAULINO, V. L. **O sentido que alunos do ensino médio atribuem a atividades de ensino mediadas por robótica educacional**. Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Câmpus Jataí, 2019.

PAZELLI, T.; AROCA, R.; BONÍCIO, D.; AIHARA, C.; SÁ, S. Robótica educacional e as “competições” In: Peralta, D. A. (Orgs.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

PERES, P. **O que é o STEM e como ele pode melhorar a sua aula**. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/11683/o-que-e-o-stem-e-como-ele-pode-melhorar-a-sua-aula>>. Acesso em: 26 de abr. 2018.

PETROVSKI, A. V. **Teoria Psicológica del Colectivo**. Habana: Editorial de Ciencias Sociales, 1986.

PIAGET, J. **Aprendizagem e Conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.

REIS, G. L et al. **As competições universitárias e a carreira profissional do estudante de graduação: Um estudo de caso sobre a equipe uairobots-sek**. In: Anais -Workshop de Robótica Educacional. Fortaleza: Anais, 2012.

RESNICK, M. , BERG, R., EISENBERG, M. **Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation**. Journal of the Learning Sciences, vol. 9, n 1, p 7-30, 2000.

RESNICK, M. **Behavior Construction Kits**. ACM, vol. 36, no. 7, 1993.

RESNICK, M., Computer as Paintbrush: Technology, Play and the Creative Society. In: Singer, D.; Golikoff, R.; Hirsh, P. K. **Play = Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth**. England: Oxford University Press, 2006.

RIBEIRO, F. D. **A aprendizagem da docência na prática de ensino e no estágio: contribuições da teoria da atividade**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2011.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizagem e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C. et al. (Org.). **Após Vigotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista. Escola russa e ocidental**. Tradução Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

RUSK, N., RESNICK, M., BERG, R., PEZALLA-GRANLUND, M. **New pathways into robotics: strategies for broadening participation**. Journal of Science Education and Technology, 17(1), 2008, P. 59–69. Disponível em: <<https://web.media.mit.edu/~mres/papers/NewPathwaysRoboticsLLK.pdf>>. Acesso em: 9 fev 2020.

SAELI, M; PERRENET, J; JOCHEMS, W.M. G; ZWNAEVELD, B. **Teaching programming in secondary school: a pedagogical content knowledge perspective**. Inf. Educ. 10(1), 2010. p. 73–88. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1064282>> Acesso em 17 nov 2019.

SANTOS, M. F. **A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo: por uma Aprendizagem Colaborativa**. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SERRÃO, M. I. B. **Estudantes de pedagogia e a atividade de aprendizagem do ensino em formação**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2004.

SFORNI, M. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade**. Araraquara: JM editora, 2004.

SILVA, A. F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Natal, 2009.

SILVA, E. C. **Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do Ensino Fundamental: uma possibilidade com kits de robótica**. Mestrado em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2018.

SILVA, H. F. **Robótica Educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade de Recife**.

Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, J. F. S. S.; MOITA, F. M. G. C. **Robótica Educacional na sala de aula: relato de uma realidade.** Disponível em: <<http://www.coipesu.com.br/upload/trabalhos/2015/12/robotica-educacional-na-sala-de-aula-relato-de-umarealidade.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2019.

SILVERMAN, B.; RESNICK, M; MARTIN, F; SARGENT, R. **Programmable bricks: Toys to think with.** IBM Systems Journal, 35, 1996.

SLOTNICK, S. **In memory: Seymour Papert.** 2017. Disponível em: <<https://www.media.mit.edu/posts/in-memory-seymour-papert/>>. Acesso em 5 mar. 2019.

TORRES, C. **A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO ENSINO: proosta de utilização da robótica como recurso didático no ensino de Física.** Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá, 2010.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, F. J. D. **Visão Analítica da Informática na Educação no Brasil.** NIED-UNICAMP/PUC-SP. São Paulo, p. 28. 1997. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/ptic/textos/2324-3711-1-SM.pdf>> Acesso em 5 mar. 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WING, J. M. **Computational thinking.** Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

**APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E
TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ
(TCUISV) DOS PAIS DOS ESTUDANTES**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE
CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)**

**Título da pesquisa: O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA RME À LUZ DA THC:
Contribuições ao campo da Educação Matemática.**

Responsável Principal da pesquisa (orientadora): Flávia Dias de Souza

**Endereço Institucional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pró-Reitoria de
Graduação e Educação Profissional – PROGRAD. Avenida Sete de Setembro, 3165, 1º
andar**

CEP 80230-910

Curitiba-PR

Telefone: (41) 3310-4501

email: flaviad@utfpr.edu.br.

Pesquisadora: Desirée Silva Lopes Pereira

Endereço: Rua Santo Anibal Difrancia, 162

CEP 81560-640

Curitiba- PR

Telefone: (41) 99660-8181

email: profedesi@gmail.com

Local de realização da pesquisa: Escola Municipal São Miguel- UEI

Endereço: Rua Município de Enéas Marquês, 50

CEP 81250-260 Curitiba - PR

Telefone: (41) 3245-1148

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Este termo é um documento no qual a pesquisadora comunica ao possível participante ou responsável pelo participante como será a pesquisa para a qual **ESTÁ SENDO CONVIDADO**, fornecendo a ele todos os esclarecimentos necessários para decidir livremente se quer participar ou não. Ressalta-se que se entende por processo de Consentimento Livre e Esclarecido todas as etapas a serem necessariamente observadas para que o convidado a participar de uma pesquisa possa se manifestar, de forma autônoma, consciente, livre e esclarecida.

1. Apresentação da pesquisa.

A pesquisa permitirá um olhar científico sobre as experiências vividas pelos estudantes e professor durante o desenvolvimento das atividades de robótica. Por isso, você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa que está associada ao meu projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, PPGECEM, da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

2. Objetivos da pesquisa.

Investigar como se revelam os elementos da Teoria Histórico Cultural durante o projeto de Lego Robótica da rede municipal de educação de Curitiba e em que medida podem contribuir para o ensino de matemática.

3. Participação na pesquisa.

Os procedimentos utilizados durante a pesquisa serão por meio de observação do desenvolvimento do projeto de robótica, serão observados 8 encontros, uma vez por semana, no período da atividade do projeto (4h/dia). Os encontros serão registrados através diário de bordo, possíveis gravações em áudio e sessão reflexiva com os participantes da pesquisa. As informações obtidas do registro de voz e imagem (se houverem), assim como dos relatos e diálogos durante o período do encontro, evidenciando a experiência vivida, serão mantidos sob sigilo, mantendo o anonimato dos participantes, para garantir a cada participante o sigilo será identificado com um codinome (P1 – participante 1 e assim sucessivamente), uma vez que o interesse está em encontrar os elementos da Teoria Histórico Cultural no desenvolvimento do projeto de robótica, bem como as reflexões possibilitadas por meio destes instrumentos, portanto, não há nenhum interesse em expor nenhum participante. Os materiais resultantes destas etapas serão mantidos em confidencialidade no computador da pesquisadora e somente poderão ser acessados mediante a presença desta.

4. Confidencialidade.

Eu, Desirée Silva Lopes Pereira, comprometo-me a manter confidencialidade com relação a toda documentação e toda informação obtidas nas atividades durante a pesquisa a ser desenvolvida na Escola Municipal São Miguel, bem como, comprometo-me a preservar a privacidade e o anonimato dos sujeitos. As informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução da pesquisa.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: A pesquisa demandará disponibilidade de tempo por parte dos envolvidos, assim como, eventualmente, poderá causar-lhes desconforto ou constrangimento por interagir com uma pessoa estranha no tratamento das questões da pesquisa mesmo em condição de sigilo e relativo a poder se reconhecer ou ser reconhecido por algum colega, na dissertação ou artigos resultantes da pesquisa. As medidas que serão tomadas pela pesquisadora para contornar estes possíveis riscos, preservando e protegendo os sujeitos, são: ao apresentar os documentos TALE, TCLE e TCUISV explicar bem todo o processo da pesquisa, ressaltando os riscos e benefícios, seguir o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012 e caso a pesquisadora perceba algum desconforto no sujeito da pesquisa, mesmo de posse dos TALE, TCLE e TCUISV assinados, as observações realizadas no momento em questão não serão consideradas para análise.

5b) Benefícios: O benefício será a possibilidade de contribuir à Educação Matemática, na possibilidade de reflexão sobre o projeto na rede municipal de educação, bem como do desenvolvimento das habilidades dos sujeitos envolvidos. A pesquisa é conduzida de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da mesma.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: serão sujeitos, objetos de estudo, da pesquisa os participantes do projeto de robótica da rede municipal de Curitiba, da Escola Municipal São Miguel que tem como responsável um professor de matemática.

6b) Exclusão: não consentimento para a participação da pesquisa em questão; ausência em mais de 50% dos dias em que as observações sejam realizadas e desistência livre do participante em qualquer tempo.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante durante os procedimentos de coleta de dados estará acompanhado pela pesquisadora, que lhe prestará toda a assistência necessária. Caso tenha alguma dúvida o participante poderá entrar em contato com a pesquisadora a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo. A pesquisadora e sua orientadora prof^a Dra Flávia Dias de Souza serão os únicos a terem acesso aos dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar o nome, ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Sinta-se absolutamente a vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa. Ao decidir deixar de participar da pesquisa o participante não terá qualquer prejuízo ou penalidade.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

- ☐ quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)
- ☐ não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

A pesquisa não prevê custos para os participantes, portanto não terá ressarcimento. Caso o participante tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR).

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham **fotografia ou gravação de voz** do estudante sob minha responsabilidade para fins de pesquisa científica/educacional. As fotografias e gravações ficarão sob a propriedade da pesquisadora e sob sua guarda. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a pesquisa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não sendo identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que é possível deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____ Telefone: _____

Responsável pelo estudante: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Desirée Silva Lopes Pereira

Assinatura pesquisadora: _____ Data: ____/____/____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Desirée, via e-mail: profedesi@gmail.com ou telefone- whatsapp: (41) 996608181.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

OBS: Duas vias deste documento estão sendo assinadas pelo participante da pesquisa e pela pesquisadora responsável.

Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa.

APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) e TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) e TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

Informação geral:

**Título da Pesquisa: O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA RME À LUZ DA THC:
Contribuições ao campo da Educação Matemática.**

Responsável Principal da pesquisa (Orientadora): Flávia Dias de Souza

**Endereço Institucional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pró-Reitoria de
Graduação e Educação Profissional – PROGRAD. Avenida Sete de Setembro, 3165, 1º
andar**

CEP 80230-910

Curitiba-PR

Telefone: (41) 3310-4501

email: flaviad@utfpr.edu.br.

Pesquisadora: Desirée Silva Lopes Pereira

Endereço: Rua Santo Anibal Difrancia, 162

CEP 81560-640

Curitiba- PR

Telefone: (41) 99660-8181

email: profedesi@gmail.com

Local da Pesquisa: Escola Municipal São Miguel- UEI

Endereço: Rua Município de Enéas Marquês, 50

CEP 81250-260 Curitiba - PR

Telefone: (41) 3245-1148

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV) contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante da pesquisa:

A pesquisa permitirá um olhar científico sobre as experiências vividas pelos estudantes e professor durante o desenvolvimento das atividades de robótica. Por isso, você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa que está associada ao meu projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, PPGECEM, da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

O objetivo é investigar como se revelam os elementos da Teoria Histórico Cultural durante o projeto de Lego Robótica da rede municipal de educação de Curitiba e em que medida podem contribuir para o ensino de matemática.

Os procedimentos utilizados durante a pesquisa serão por meio de observação do projeto de robótica e desenvolvido junto aos estudantes no 1º semestre. Serão observados 8 encontros, uma vez por semana, no período da atividade do projeto (4h/dia). Os encontros serão registrados através diário de bordo, possíveis gravações em áudio e sessão reflexiva com os participantes da pesquisa. As informações obtidas do registro de voz e imagem (se houverem), assim como dos relatos e diálogos durante o período do encontro, evidenciando a experiência vivida, serão mantidos sob sigilo, mantendo o anonimato dos participantes, para garantir a cada participante o sigilo será identificado com um codinome (P1 – participante 1 e assim sucessivamente), uma vez que o interesse está em encontrar os elementos da Teoria Histórico Cultural no desenvolvimento do projeto de robótica, bem como as reflexões possibilitadas por meio destes instrumentos, portanto, não há nenhum interesse em expor nenhum participante. Os materiais resultantes destas etapas serão mantidos em confidencialidade no computador da pesquisadora e somente poderão ser acessados mediante a presença desta.

Eu, Desirée Silva Lopes Pereira, comprometo-me a manter confidencialidade com relação a toda documentação e toda informação obtidas nas atividades durante a pesquisa a ser desenvolvida na Escola Municipal São Miguel, bem como, comprometo-me a preservar a privacidade e o anonimato dos sujeitos. As informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução da pesquisa.

A pesquisa demandará disponibilidade de tempo por parte dos envolvidos, assim como, eventualmente, poderá causar-lhes desconforto ou constrangimento por interagir com uma pessoa estranha no tratamento das questões da pesquisa mesmo em condição de sigilo e relativo a poder se reconhecer ou ser reconhecido por algum colega, na dissertação ou artigos resultantes da pesquisa. As medidas que serão tomadas pela pesquisadora para contornar estes possíveis riscos, preservando e protegendo os sujeitos, são: ao apresentar os documentos explicar bem todo o processo da pesquisa, ressaltando os riscos e benefícios, seguir o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012 e caso a pesquisadora perceba algum desconforto no sujeito da pesquisa, mesmo de posse dos TALE, TCLE e TCUIV assinados, as observações realizadas no momento em questão não serão consideradas para análise. O benefício será a possibilidade de contribuir à Educação Matemática, na possibilidade de reflexão sobre o projeto na rede municipal de educação, bem como do desenvolvimento das habilidades dos sujeitos envolvidos. A pesquisa é conduzida de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da mesma.

A pesquisa não prevê custos para os participantes, portanto não terá ressarcimento. Caso o participante tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante durante os procedimentos de coleta de dados estará acompanhado pela pesquisadora, que lhe prestará toda a assistência necessária. Caso tenha alguma dúvida o participante poderá entrar em contato com a pesquisadora a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo. A pesquisadora e sua orientadora profª Dra Flávia Dias de Souza serão os únicos a terem acesso aos dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar o nome, ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Sinta-se absolutamente a vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa. Ao decidir deixar de participar da pesquisa o participante não terá qualquer prejuízo ou penalidade.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

- () quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)
- () não quero receber os resultados da pesquisa

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TALE e TCUIV e tive a oportunidade para fazer perguntas, todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham **fotografia, filmagem ou gravação de voz** de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade da pesquisadora e sob sua guarda. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

Nome do participante: _____

Assinatura: _____

Data: __/__/__

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome da investigadora (pesquisadora): _____

Assinatura: _____

Data: __/__/__

Se você ou os responsáveis por você (s) tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar a investigadora pelo telefone celular 41 996608181 ou email profedesi@gmail.com. Se você tiver dúvidas sobre direitos como um participante de pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O participante durante os procedimentos de coleta de dados estará acompanhado pela pesquisadora, que lhe prestará toda a assistência necessária. Caso tenha alguma dúvida o participante poderá entrar em contato com a pesquisadora a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo. A pesquisadora e sua orientadora profª Dra Flávia Dias de Souza serão os

únicos a terem acesso aos dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar o nome, ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Sinta-se absolutamente a vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa. Ao decidir deixar de participar da pesquisa o participante não terá qualquer prejuízo ou penalidade.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR).

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

Título da pesquisa: O PROJETO DE LEGO ROBÓTICA DA RME À LUZ DA THC: Contribuições ao campo da Educação Matemática.

Responsável Principal da pesquisa (orientadora): Flávia Dias de Souza

Endereço Institucional: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional – PROGRAD. Avenida Sete de Setembro, 3165, 1º andar

CEP 80230-910 Curitiba-PR

Telefone: (41) 3310-4501

email: flaviad@utfpr.edu.br.

Pesquisadora: Desirée Silva Lopes Pereira

Endereço: Rua Santo Anibal Difrancia, 162

CEP 81560-640 Curitiba- PR

Telefone: (41) 99660-8181

email: profedesi@gmail.com

Local de realização da pesquisa: Escola Municipal São Miguel- UEI

Endereço: Rua Município de Enéas Marquês, 50

CEP 81250-260 Curitiba - PR

Telefone: (41) 3245-1148

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Este termo é um documento no qual a pesquisadora comunica ao possível participante ou responsável pelo participante como será a pesquisa para a qual **ESTÁ SENDO CONVIDADO**, fornecendo a ele todos os esclarecimentos necessários para decidir livremente se quer participar ou não. Ressalta-se que se entende por processo de Consentimento Livre e Esclarecido todas as etapas a serem necessariamente observadas para que o convidado a participar de uma pesquisa possa se manifestar, de forma autônoma, consciente, livre e esclarecida.

1. Apresentação da pesquisa.

A pesquisa permitirá um olhar científico sobre as experiências vividas pelos estudantes e professor durante o desenvolvimento das atividades de robótica. Por isso, você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa que está associada ao meu projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, PPGECEM, da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

2. Objetivos da pesquisa.

Investigar como se revelam os elementos da Teoria Histórico Cultural durante o projeto de Lego Robótica da rede municipal de educação de Curitiba e em que medida podem contribuir para o ensino de matemática.

3. Participação na pesquisa.

Os procedimentos utilizados durante a pesquisa serão por meio de observação do desenvolvimento do projeto de robótica, serão observados 8 encontros, uma vez por semana, no período da atividade do projeto (4h/dia). Os encontros serão registrados através diário de bordo, possíveis gravações em áudio e sessão reflexiva com os participantes da pesquisa. As informações obtidas do registro de voz e imagem (se houverem), assim como dos relatos e diálogos durante o período do encontro, evidenciando a experiência vivida, serão mantidos sob sigilo, mantendo o anonimato dos participantes, para garantir a cada participante o sigilo será identificado com um codinome (P1 – participante 1 e assim sucessivamente), uma vez que o interesse está em encontrar os elementos da Teoria Histórico Cultural no desenvolvimento do projeto de robótica, bem como as reflexões possibilitadas por meio destes instrumentos, portanto, não há nenhum interesse em expor nenhum participante. Os materiais resultantes destas etapas serão mantidos em confidencialidade no computador da pesquisadora e somente poderão ser acessados mediante a presença desta.

4. Confidencialidade.

Eu, Desirée Silva Lopes Pereira, comprometo-me a manter confidencialidade com relação a toda documentação e toda informação obtidas nas atividades durante a pesquisa a ser desenvolvida na Escola Municipal São Miguel, bem como, comprometo-me a preservar a privacidade e o anonimato dos sujeitos. As informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução da pesquisa.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: A pesquisa demandará disponibilidade de tempo por parte dos envolvidos, assim como, eventualmente, poderá causar-lhes desconforto ou constrangimento por interagir com uma pessoa estranha no tratamento das questões da pesquisa mesmo em condição de sigilo e relativo a poder se reconhecer ou ser reconhecido por algum colega, na dissertação ou artigos resultantes da pesquisa. As medidas que serão tomadas pela pesquisadora para contornar estes possíveis riscos, preservando e protegendo os sujeitos, são: ao apresentar os documentos TALE, TCLE e TCUISV explicar bem todo o processo da pesquisa, ressaltando os riscos e benefícios, seguir o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012 e caso a pesquisadora perceba algum desconforto no sujeito da pesquisa, mesmo de posse dos TALE, TCLE e TCUISV assinados, as observações realizadas no momento em questão não serão consideradas para análise.

5b) Benefícios: O benefício será a possibilidade de contribuir à Educação Matemática, na possibilidade de reflexão sobre o projeto na rede municipal de educação, bem como do desenvolvimento das habilidades dos sujeitos envolvidos. A pesquisa é conduzida de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da mesma.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: serão sujeitos, objetos de estudo, da pesquisa os participantes do projeto de robótica da rede municipal de Curitiba, da Escola Municipal São Miguel que tem como responsável um professor de matemática.

6b) Exclusão: não consentimento para a participação da pesquisa em questão; ausência em mais de 50% dos dias em que as observações sejam realizadas e desistência livre do participante em qualquer tempo.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante durante os procedimentos de coleta de dados estará acompanhado pela pesquisadora, que lhe prestará toda a assistência necessária. Caso tenha alguma dúvida o participante poderá entrar em contato com a pesquisadora a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo. A pesquisadora e sua orientadora prof^a Dra Flávia Dias de Souza serão os únicos a terem acesso aos dados e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar o nome, ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. Sinta-se absolutamente a vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa. Ao decidir deixar de participar da pesquisa o participante não terá qualquer prejuízo ou penalidade.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

- ☐ quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)
- ☐ não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

A pesquisa não prevê custos para os participantes, portanto não terá ressarcimento. Caso o participante tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR).

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham **fotografia, filmagem ou gravação de voz** de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade da pesquisadora e sob sua guarda. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Desirée Silva Lopes Pereira

Assinatura pesquisadora: _____ Data: ____/____/____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Desirée, via e-mail: profedesi@gmail.com ou telefone- whatsapp: (41) 996608181.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

OBS: Duas vias deste documento estão sendo assinadas pelo participante da pesquisa e pela pesquisadora responsável.

Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa.